

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERRI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes MASTER ACADEMIQUE

Domaine : **Sciences et technologies**
Option : **Electrotechnique industrielle**

Présenté par
Iddir KACI
Sofiane CHERIEF

Thème

**Etude et dimensionnement d'une armoire électrique
en vue de l'automatisation d'une cisaille mécanique à
guillotine « T28 » de l'ENIEM**

Mémoire soutenu publiquement le 10/07/ 2018 devant le jury composé de :

M Salah HADDAD

Professeur, UMMTO, Président

M Lhacene ARAB

Maitre assistant classe A, UMMTO, Encadreur

M Ramdhane AMMOUR

EASM industries, Co-Encadreur

M Ahmed NAHI

Maitre assistant classe A, UMMTO, Examineur

M Arezki FEKIK

Doctorant, UMMTO, Examineur

Remerciements

Nous tenons à remercier chaleureusement notre encadreur Mr ARAB Lhacen pour ses précieux conseils, ses efforts, son orientation et surtout pour sa disponibilité durant toute la durée de notre projet.

Nous tenons à exprimer notre plus grande reconnaissance envers Mr AMMOUR Ramdhane pour ce thème, nous tenons à lui présenter notre profonde gratitude pour son encadrement, sa confiance, Et son aide inestimable qui nous a permis de concrétiser ce travail.

Nos vifs remerciements pour les membres du jury d'avoir accepté d'étudier et d'examiner notre travail.

On tient à remercier tout les professeurs et responsables administratifs du département d'électrotechnique pour leurs aides, et accompagnement durant toute notre formation.

Enfin, nos remerciements vont vers tous ceux qui ont contribué de loin ou de prêt à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en guise d'amour de respect et de reconnaissance à celle qui a consacré toute sa vie à l'éducation de ses enfants.

Tu représentes pour moi le Symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

A celle qui n'a jamais cessé de croire en moi et de me soutenir, Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que tu as consenti pour mon instruction et mon bien être.

Tu as fait plus que ce qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études.

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant t'accueillir dans son vaste et éternel paradis

Tu resteras à jamais dans nos cœurs.

Repose en paix, je t'aime Maman

Kaci Iddir

Dédicaces

Je dédie cet humble travail tout d'abord a mes très chères parent, autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et de reconnaissance que j'ai pour vous, merci pour vos sacrifices et l'éducation que vous m'avez inculqué.

Cherief Sofiane

Chères frères merci pour votre présences et votre soutient, ce travail vous est dédié, on vous souhaite bonheur et réussite.

Chères sœurs, toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut pour vous remerciez de l'aide sans faille que vous nous avez fourni durant toute la durée de notre projet, ce travail est un témoignage de notre attachement et de notre amour.

A nos chers amis qui nous ont aidés et qui ont contribués de loin ou de prêt à l'aboutissement de ce travail on cite particulièrement : Yacine, Karim, Lynda et Agnès merci d'être là pour nous, même dans les moments les plus délicats, ce travail vous est dédié.

Pour finir, on remercie infiniment et chaleureusement Monsieur Ould Rabah Aghiles, Monsieur Cherief Djamel ainsi que Monsieur Fekik Arezki, votre aide nous est précieuse et d'une valeur inégalable, veuillez trouver dans ce modeste travail toute l'expression de notre respect et de notre reconnaissance.

Kaci Iddir, Cherief Sofiane

SOMMAIRE

Sommaire

Avant propos

Introduction générale1

Chapitre I : Les systèmes automatisés de production.

I.1. Introduction.....2

I.2. Définition et Structure générale d'un système automatisé de production [SAP]2

I.3. Description des différentes parties d'un SAP2

I.3.1. Partie opérative2

I.3.1.1 Eléments d'une chaîne d'action électrique3

I.3.1.2. Eléments d'une chaîne d'action pneumatique/hydraulique4

I.3.2. Partie commande (PC)7

I.3.3. La partie relation (PR).....8

I.3.3.1. Communication basée sur les boutons poussoir et les voyant8

I.3.3.2. Communication basée sur les panneaux de commande électronique.....9

I.4. Solution de commande des SAP9

I.4.1. Solution de commande basée sur la logique câblée.....10

I.4.2. Solution de commande basée sur la logique programmée10

I.5. Les Capteurs.....10

I.5.1. Familles de capteurs.....11

I.5.2. Les capteurs utilisés dans les SAP.....11

I.6. Le cycle de vie d'un Système Automatisé de Production14

I.7. Conclusion16

Chapitre II : Modélisation du procédé à automatiser

II.1. Introduction à la modélisation17

II.2. Constitution de la machine T2817

II.2.1. Dévidoir17

II.2.1.1. Le berceau18

II.2.1.2 Le mandrin18

II.2.2. Redresseur-Aménage18

II.2.3. Cisaille	18
II.3. Initiation, présentation et propriétés du Grafcet	19
II.3.1. Initiation au Grafcet	19
II.3.2. Propriétés du Grafcet	20
II.3.2.1. Les étapes.....	20
II.3.2.2. Actions associées aux étapes	20
II.3.2.3. Les transitions	20
II.3.2.4. Conditions de transition-Réceptivité	20
II.3.2.5. Liaisons orientées.....	20
II.4. Règles d'évolution relatives au Grafcet	21
II.4.1. Règle 1 : Etape Initiale.....	21
II.4.2. Règle 2 : Franchissement d'une transition.....	21
II.4.3. Règle 3 : Evolution des étapes actives	22
II.4.4. Règle 4 : Evolution simultanées	22
II.4.5. Règle 5 : Activation et désactivation simultanées	23
II.5. Cas particuliers d'un Grafcet	23
II.5.1. Divergence en OU (Séquence exclusive)	23
II.5.2. Séquences simultanées.....	23
II.5.3. Saut et reprise d'étape.....	24
II.5.4. La macro-étape	24
II.6. Fonctionnement de la machine T 28	24
II.6.1. Fonctionnement du dévidoir	25
II.6.2. Fonctionnement du combiné Redresseur-Aménage	25
II.6.3. Fonctionnement de la cisaille	25
II.7. Solutions proposées afin d'améliorer la T28	26
II.8. Grafcet appliqué à la machine T28	27
II.8.1. Grafcet niveau 1	27
II.8.2 Grafcet niveau 2	30
II.9. Conclusion	31

Chapitre III : Automatisation, simulation et supervision

PARTIE I : Eléments d'automatisation et logiciel utilisés.....	32
III.1. Introduction	32
III.2. Généralités sur les Automates Programmables Industriels	32
III.3. Présentation de l'API	32
III.3.1 Elaboration d'une stratégie de programmation	33
III.4 Critère de choix d'un Automate	33
III.5 Présentation de l'automate à utiliser	34
III.5.1 Présentation du logiciel de programmation TIA PORTAL V13	34
III.5.2 Vue du portail et vue du projet	35
PARTIE II : Programmation, Simulation et supervision.....	36
III.7. Création d'un projet et configurer un espace de travail	36
III.7.1 Adressage des E/S.....	37
III.7.2 Compilation et chargement de la configuration matérielle	38
III.7.3 Création du tableau des variables API	39
III.8 Ajout des blocs	39
III.8.1 Enumération de la fonction compteur (comptage rapide).....	40
III.8.2 Compilation et simulation du programme.....	43
III.9 Introduction au WinCC V13	44
III.10 Création d'une station Pc pour la supervision	44
III.10.1 Création des vues	45
III.10.2 Planification des vues.....	46
III.10.3 Constitution d'une vue	46
III.10.4 Crée une table de variables IHM	46
III.11 Enumération des principale vues de notre supervision.....	47
1. Vue d'accueil	47
2. Vue générale	47
3. Vue Gestion d'utilisateurs	48
4. Vue recette	49
5. Vue Alarme	49
III.12 Compilation et simulation de la supervision (PC-Système).....	50

III.13 Conclusion.....	51
------------------------	----

Chapitre IV : Etude et dimensionnement de l'armoire électrique de la T28

IV.1. Introduction	52
IV.2. Définition	52
IV.3. Constitution d'une Armoire électrique de commande.....	52
IV.4. L'armoire de la T28 définie par le cahier des charges.....	55
IV.5. Choix de l'appareillage de commande	55
IV.5.1. Description des récepteurs.....	55
IV.5.2. Choix des organes de commande des moteurs	56
IV.5.3. Dimensionnement de l'alimentation stabilisée [PS]	57
IV.5.4. Dimensionnement des transformateurs pour la commande.....	57
• Transformateur pour la commande des contacteurs de puissance.....	57
• Transformateur pour la commande des électrovannes.....	57
IV.6. Protection contre les défauts du réseau d'alimentation et les situations dangereuses	58
IV.6.1. Protection contre les avaries du réseau.....	58
IV.6.2. Description du relais de phase Schneider RM43	58
IV.6.3. Surveillance et protection contre les Défauts de fonctionnement.....	58
IV.6.4. Description du modules de sécurité Preventa XPS AC.....	59
IV.6.5. Intégration du relais de phase et du module de sécurité dans la T28.....	59
IV.7. Protection contre les défauts d'isolement	62
IV.7.1. La continuité de service.....	62
IV.7.2. Les schémas de liaison à la terre.....	62
IV.7.3. Choix de protection contre les courants de défauts dans la T28.....	63
IV.8. Détermination des sections des conducteurs.....	64
IV.8.1. Types des conducteurs de la T28	64
IV.8.2. Méthode de détermination des sections des conducteurs.....	64
IV.8.3. Section des conducteurs d'alimentation de la T28.....	70
IV.8.3.1. Conducteurs de phase	70
IV.8.3.2. Conducteur PEN.....	70
IV.9. Calcul des courants de court-circuit	70

IV.9.1. Lois générales	70
IV.9.2. Calcul des impédances	71
IV.9.2.1. Impédances des conducteur et du répartiteur	71
IV.9.2.2. Impédance du transformateur	72
IV.9.2.3. Impédances et courants de court-circuit dans la T28.....	72
IV.10. Calcul des chutes de tension	72
IV.11. Choix de l'enveloppe pour l'armoire électrique de la T28	75
IV.11.1. Dimension de l'enveloppe	75
IV.11.2. Choix de la ventilation de l'armoire de la T28	75
IV.12. Conclusion.....	77
Conclusion générale	78
Annexes	
Bibliographie	

Avant propos

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, l'entreprise EASM industriel et à sa tête Mr R.Ammour à accepter de nous accueillir afin de mener à bien notre stage pratique.

EASM industriel, est une entreprise d'**E**lectricité, **A**utomatisme, **S**écurité et **M**aintenance dont l'atelier et le siège commercial est situé à la commune Ait Bouadou, daïra d'Ouadhia, wilaya de Tizi-Ouzou.

Notre choix est motivé par la diversité des activités de l'entreprise. En effet, elle intervient dans plusieurs domaines industriels tel que :

- Conception et étude de nouvelle chaîne de production.
- La rénovation et l'automatisation d'anciens systèmes de productions
- Maintenance Industriel.
- Dimensionnement et conception des armoires électriques.
- Installation et mise en service des transformateurs HT/BT.
- Dimensionnement et installation des systèmes photovoltaïques.

L'EASM industriel sous traite avec plusieurs entreprises publiques, parmi elles L'Entreprise Nationale des Industrie en Électroménager (ENIEM) et ce dans la cadre de la modernisation de ses installations,

ENIEM est une entreprise publique économique de droit Algérien constitué le 02 janvier 1983 mais qui existe déjà depuis 1974 sous tutelle de l'entreprise SONELEC.

Son siège social se situe au chef lieu de la Wilaya de Tizi-Ouzou.

Les unités : froid, cuisson et climatisation sont implantées à la zone industrielle Aissat Idir de Oued-aissi distante de 7 Km du chef lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou. La filiale Sanitaire est installé à Miliana, wilaya de Ain Defla, et la filiale Lampe à Mohammadia, wilaya de Mascara.

**INTRODUCTION
GENERALE**

Introduction générale

Afin de faire face à la compétitivité et à cause du vieillissement de ses équipements, l'Entreprise Nationale des Industries en Electroménager (ENIEM) à opté pour la rénovation et la remise à neuf de ses installations dont la cisaille mécanique à guillotine T28 de l'unité cuisson. Cette démarche est justifiée par son coût attractif par rapport à l'achat d'un nouveau matériel.

En effet, l'ENIEM à fait de l'automatisation de ses équipements une nécessité voir une obligation, vu son rôle majeur dans l'allègement des tâches de travail pour l'homme ainsi que la suppression des manœuvres pénibles et répétitives, ajoutant a ça le niveau de sécurité qu'assure les appareils automatisés est inégalable ainsi que leurs souplesse, fiabilité et précisions...etc.

Actuellement la cisaille est pilotée par de vieilles cartes électroniques datant de 1989 dont les travaux de maintenance ont pris une allure cyclique et les arrêts fréquents de la machine engendrent des pertes économiques considérables.

Le but est de proposer une étude complète, minutieuse et détaillée de la T28 et de son automatisation, et d'ajouter un ensemble d'améliorations afin d'optimiser le rendement de la cisaille et améliorer les conditions de travail des employés tout en respectant un cahier des charges bien défini par l'industriel.

A cet effet, le présent mémoire est réparti en 4 chapitres décrivant les volets principaux de notre étude :

Le premier chapitre est consacré à la présentation des systèmes automatisés de production dans leur globalité et la description des différentes parties de ces systèmes.

Le deuxième sera consacré à l'étude détaillée de l'analyse fonctionnelle de l'ensemble de la machine pour mieux comprendre son fonctionnement et faciliter sa programmation, ainsi que la modélisation par Grafcet des différentes fonctions de l'unité.

Le troisième chapitre est dédié dans un premier temps aux ressources logicielles utilisées **TIA portal V13** le logiciel d'ingénierie de SIMENS pour la programmation. Dans un second temps on à traité la partie programmation et supervision de ce projet dont les étapes de programmation seront détaillées et expliquées.

Le quatrième et dernier chapitre sera dédié à la conception de l'armoire électrique, calcul des différents paramètres ainsi que la description des éléments qui composent cette armoire.

Enfin, on clôture notre mémoire avec une conclusion générale.

CHAPITRE I

I.1. Introduction

Dans ce premier chapitre, nous allons aborder des questions relatives au système automatisé de production dans sa globalité. Nous allons exposer son architecture, les éléments qui le constituent et l'ensemble des techniques utilisées dans sa réalisation.

I.2. Définition et Structure générale d'un système automatisé de production [SAP]

Un système automatisé de production est un système dont le rôle est d'apporter une valeur ajoutée à une matière d'œuvre. Il est constitué de plusieurs sous-systèmes issus de différentes technologies (électrique, informatique, pneumatique et mécanique). [1]

Le caractère automatisé de ces systèmes leur permet d'assurer un cycle de production préétabli, sous forme de séquences et d'étapes, tout en réduisant l'intervention de l'être humain [1]

L'accroissement de la productivité et de la flexibilité, l'amélioration de la qualité et de la sécurité et enfin son adaptabilité aux contextes évolutifs de l'entreprise, constituent les principaux objectifs d'un système automatisé de production [5]

Un SAP est constitué de trois parties essentielles :

- Partie opérative (PO)
- Partie commande (PC)
- Partie relation (PR)

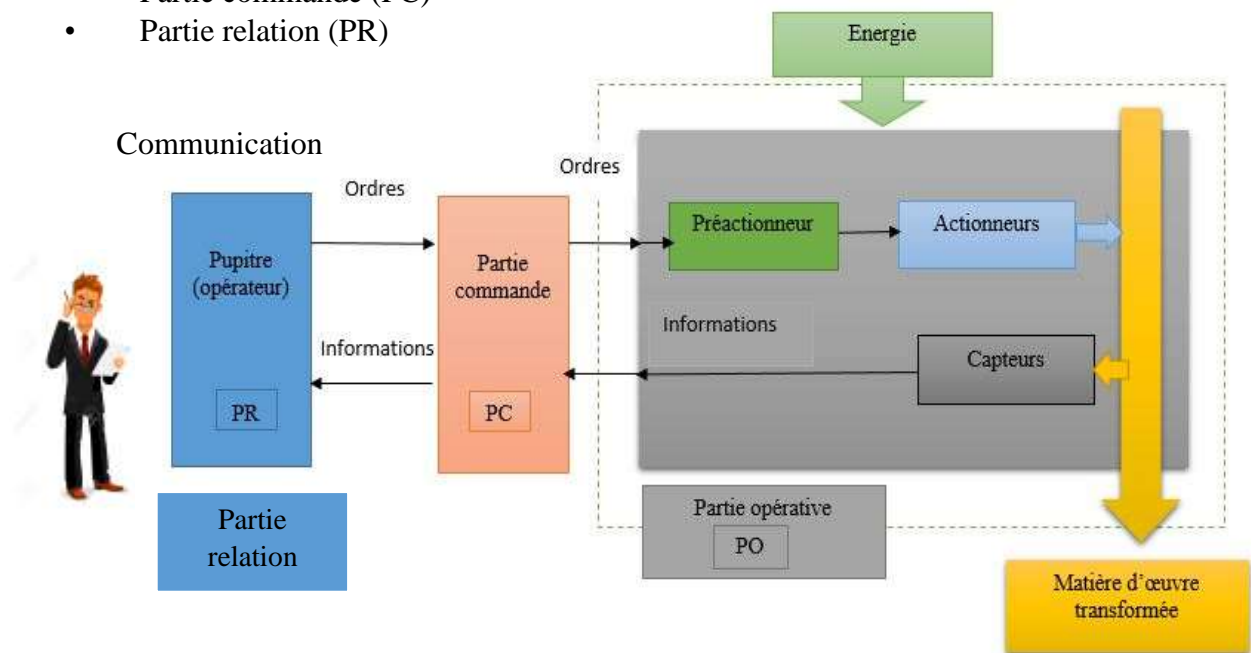


Figure I.1 : structure d'un système automatisé de production [1]

I.3. Description des différentes parties d'un SAP

I.3.1. Partie opérative

La partie opérative d'un SAP, est la partie qui est en contact avec la matière d'œuvre, elle a pour rôle de mettre à la disposition du système, en fonction des besoins du procédé : un mouvement de translation, de rotation, force de compression, chaleur, pression...etc.

L'ensemble de ces paramètres seront le résultat d'une transformation d'une énergie de type électrique, pneumatique ou hydraulique, cette transformation est obtenue suivant une chaîne d'action, cette dernière est constituée de :

- Préactionneurs
- Actionneurs
- Effecteurs



Figure I.2 : structure d'une chaîne d'action

Préactionneurs

Le Préactionneur est chargé d'alimenter l'actionneur en énergie en fonction des consignes opératives reçues de la partie commande. [2]

Actionneurs

L'actionneur est l'élément le plus important de la chaîne d'action, alimenté par son préactionneur il fait fonctionner l'effecteur. [2]

Effecteurs

L'effecteur est la partie de la chaîne d'action en contact direct avec la matière d'œuvre, c'est lui qui est chargé de sa transformation [2]

I.3.1.1 Eléments d'une chaîne d'action électrique

Une chaîne d'action électrique utilise l'énergie électrique comme énergie de base pour faire fonctionner le système.

A. Préactionneurs électriques

On peut énumérer l'ensemble des dispositifs nécessaires à la commande et l'alimentation des actionneurs électriques tel que :

- Contacteur de puissance
- Variateur de vitesse
- Démarreur progressif

B. Actionneurs électriques

Dans cette catégorie, on retrouve l'ensemble des machines électriques permettant de convertir l'énergie électrique sous une autre forme.

Souvent, l'énergie mécanique est la plus recherchée.

- Moteurs électriques (moteur, asynchrone, synchrone, courant continu, brushless, pas à pas...etc.)

- Vérin électromagnétique (Actionneurs linéaires)
- Frein électromagnétique

I.3.1.2.Éléments d'une chaîne d'action pneumatique/hydraulique

En termes de technologie, les deux chaînes d'action, hydraulique et pneumatique sont identiques, excepté de légères différences au niveau de la conception de l'appareillage destiné aux circuits hydrauliques, qui sont appelés à supporter des pressions plus importantes.

A. Préactionneurs pneumatiques/hydrauliques

➤ Les distributeurs

Ils représentent la solution technologique la plus adaptée pour la commande en puissance des actionneurs, le rôle du distributeur est de modifier le sens de circulation de l'air ou de l'huile, afin de déployer ou de rappeler le bras d'un vérin [2]

Les distributeurs sont également utilisés pour la commande des circuits pneumatiques et hydrauliques, on parle alors de distributeur de commande. [2]

Les distributeurs sont caractérisés par leurs :

• Technologie de construction

- **A clapet** : les distributeurs à clapet sont généralement utilisés lorsque le débit d'air est faible
- **A tiroirs** : ils sont généralement utilisés lorsque le débit d'air est important

• Le nombre d'orifice

Les orifices d'un distributeur sont les points d'entrée ou de sortie de l'air ou de l'huile, une liaison entre deux orifices forme une canalisation. Le nombre de ces orifices est standardisé, on parle alors de distributeur 2/2, 3/2, 4/2, 4/3, 5/2 ou 5/3

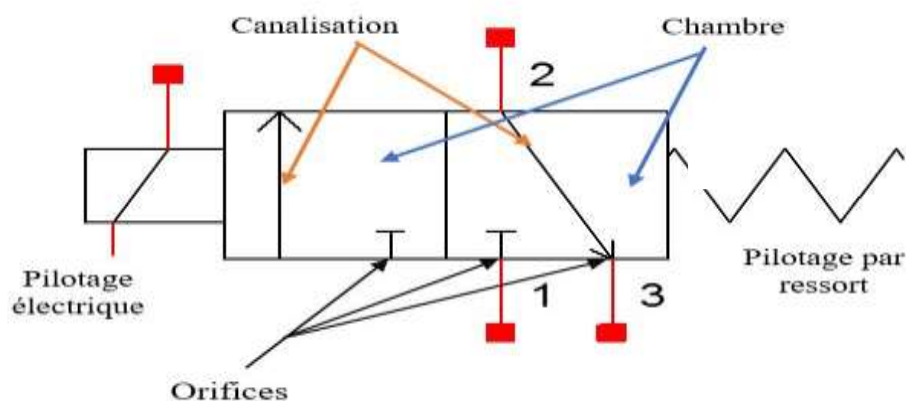


Figure I.3 : Structures d'un distributeur

• Distributeur bistable ou monostable

Un distributeur est dit **monostable** lorsqu'il utilise une seule commande d'une technologie quelconque d'un côté et un ressort de rappel pour ramener les chambres à leur état initial

Chapitre I : Les systèmes automatisés de production

Un distributeur est dit **bistable**, lorsqu'il utilise deux commandes de même nature pour son fonctionnement.

Distributeur	Représentation graphique	Vérin associé
Distributeur 2/2 NF/NO		Vérin Simple effet
Distributeur 3/2 NF/NO		
Distributeur 4/2		Vérin double effet
Distributeur 4/3 centre fermé/centre ouvert		
Distributeur 5/2		
Distributeur 5/3 Centre 124 centre fermé centre ouvert		

Tableau. I.1 : Types de distributeurs et leur représentation symbolique

• Type de pilotage

Le pilotage d'un distributeur signifie la technologie employée afin de commander le déplacement des chambres du distributeur, parmi ces techniques on peut citer [2] :

- Pilotage par commande électrique
- Pilotage par commande pneumatique
- Pilotage par bouton poussoir
- Pilotage par galet
- Pilotage par ressort

Le tableau tableau. I.2 résume l'ensemble des techniques citées précédemment ainsi que leur représentation symbolique



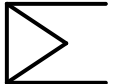


commande	Symbole	Commande	Symbole
Commande électrique		Commande avec Bouton poussoir	
Commande pneumatique		Commande avec Galet	
Par ressort			

Tableau. I.2 : Types de commandes des distributeurs

L'ensemble de ces critères cités ci-dessus sont déterminés en fonction de la nature de l'actionneur et l'application à laquelle le SAP est destiné.

B. Actionneur pneumatiques et hydrauliques

Les actionneurs pneumatiques/hydrauliques sont classés selon la nature des entraînements qu'ils assurent

- **Les actionneurs pour les entraînements linéaires :** les vérins simples effet (vérin simple effet, vérin à membrane, vérin à soufflet, vérin muscle) et les vérins doubles effet
- **Les actionneurs pour les entraînements rotatifs :** vérin rotatif, moteur pneumatique/hydraulique

Dans ce qui suit, nous allons nous intéresser aux éléments dont l'usage est très répandu

- a) **Les vérins :** ce sont des actionneurs linéaires, qui transforment l'énergie contenue dans l'air ou l'huile à haute pression, en énergie mécanique. On distingue deux types de vérins

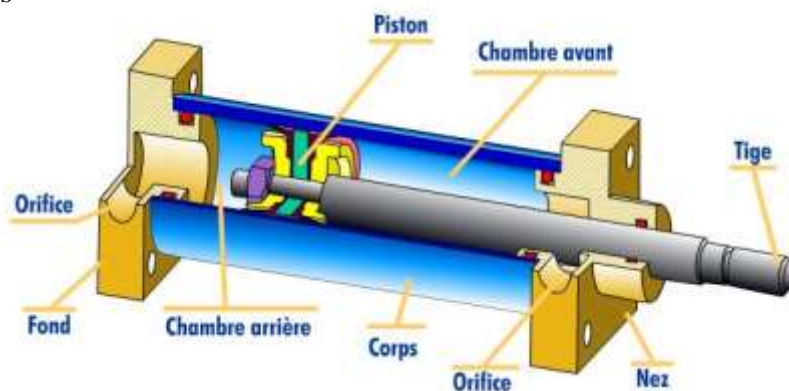


Figure I.4 : Nomenclature d'un vérin [2]

Vérin simple effet [4] : Selon sa nature, vérin sorti ou rentré au repos, le vérin simple effet est appelé ainsi du fait que la pression n'est exercée que sur un seul côté du piston, pour le rappeler à son état initial, un ressort est placé sur l'autre côté du piston

Vérin double effet [4] : contrairement au vérin simple effet, pour faire fonctionner le vérin double effet, il faut appliquer une pression sur les deux côtés du piston. Pour faire sortir la tige il faut appliquer une pression sur le piston du côté de la chambre arrière et vider la chambre avant, pour rappeler la tige à sa position initiale, on applique une pression sur le piston de la chambre avant et on vide la chambre arrière.

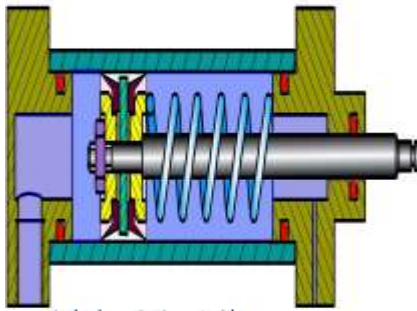


Figure I.5 : Vérin simple effet [2]

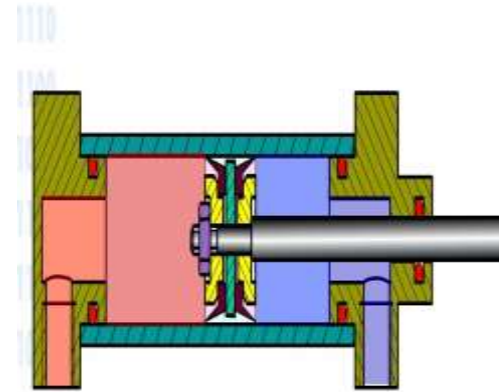


Figure I.6 : Vérin double effet [2]

b) Moteur pneumatique/Hydraulique : le moteur pneumatique/hydraulique, permet d'avoir un mouvement rotatif à partir de la pression du fluide, en effet une différence de pression entre les parois internes du moteur, conduit à l'apparition d'un déplacement des parties mobiles du moteur, d'où la de rotation de l'arbre de ce dernier.

I.3.2. Partie commande (PC)

Ce sous ensemble du SAP est chargé de gérer le fonctionnement des opérations dans une suite logique. Pour son fonctionnement, la partie commande s'appuie sur les comptes rendus établis en se basant sur les données relayées par les capteurs ensuite traitées par une unité de traitement (PC, API, microcontrôleurs). Pour établir des consignes opératives le système doit se référer aux instructions préétablies par l'opérateur (liste d'instruction, programme, GEMMA, graficetetc.) [1-2]

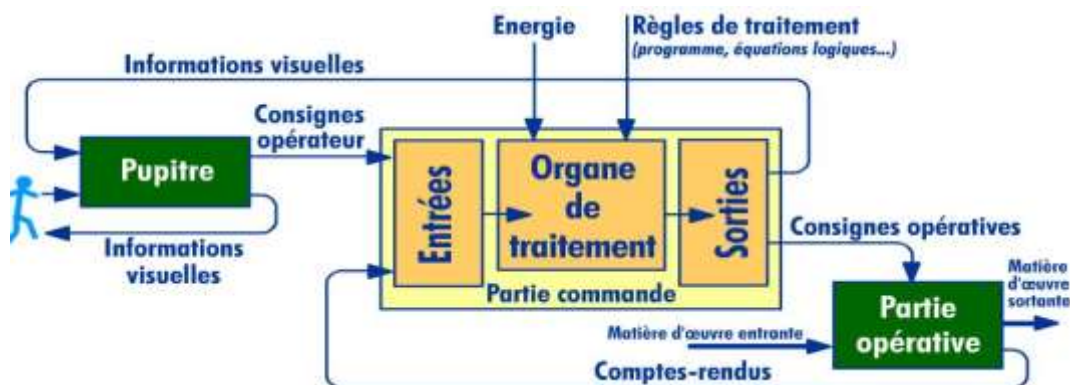


Figure I.7 : Structure de la partie commande d'un SAP [2]

I.3.3. La partie relation (PR)

La partie relation permet à l'opérateur de dialoguer avec le SAP et de suivre son évolution. Elle met à sa disposition des données importantes sur l'état du système en temps réel.

Sa complexité et sa taille dépendent de l'importance du système. En plus des pupitres de supervision, elle regroupe les différentes commandes nécessaires au bon fonctionnement du procédé : marche, arrêt ; arrêt cycle, marche cycle, marche automatique....etc. [1]

I.3.3.1. Communication basée sur les boutons poussoir et les voyants

Ce type de communication est utilisé dans les systèmes à complexité réduite et dont les informations à relayer sont basiques telles que la mise sous tension, la présence de tension, mise en marche, mise à l'arrêtEtc.

Afin d'éviter les interprétations personnelles et la diversification inutile de l'exploitation du code couleur des voyants et des boutons poussoirs, une norme a été mise en place. Il s'agit de la norme EN 60204-1 « Sécurité des machines », cette instruction a été citée par le code de travail en tant qu'instruction minimale dans la conception des machines. Ces couleurs sont donc obligatoires.

Couleurs	Signification de base	Exemple
Rouge	Urgence	Arrêt d'urgence
Jaune	Situation anormale	Marche dégradée Cycle de réglage
Vert	Situation sûre	Initialisation Mise sous tension
Bleu	Obligation	réarmement
Blanc	Spécifique	Marche
Noir	Spécifique	Arrêt

Tableau. I.3 Code de couleurs pour les organes de commandes à bouton poussoir et leur signification (**extrait du tableau 2 de la norme EN 60204-1**) [8]

Il faut noter de ce tableau que la couleur rouge est exclusivement réservée aux arrêts d'urgences. L'ordre d'arrêt est de préférence qu'il soit de couleur noire [8]

La couleur verte quant à elle est réservée aux situations simples et sûres. L'action ne provoque pas le démarrage d'un mouvement ou le changement de vitesse ou de direction d'un mouvement. La couleur verte est principalement destinée aux fonctions d'initialisations et de mise sous tension. [8]

La couleur bleue est réservée aux fonctions de réarmement, de marche exceptionnelle, de commande impulsionnelle et de réglage.

La norme admet toutefois que les couleurs blanche, grise ou noire peuvent être associées à des fonctions de marche, ou d'arrêt, à condition que d'autres moyens d'identification (texte, synoptique, étiquetage....) leur soient donnés. [8]

Couleur	Signification de base	Exemple
Rouge	Urgence danger	Arrêt sur défaut Demande d'arrêt immédiat
Jaune	Situation anormale	Température excessive Dépassement demandant correction
Vert	Situation sûre prêt à démarrer	Sous tension Arrêt
Bleu	Obligation	Demande d'action pour retour à une situation normale
Blanc	Neutre	Marche, en service Information générale

Tableau. I.4 Code de couleurs des voyants lumineux de signalisation et leur signification (extrait du tableau 3 de la norme EN 60204-1) [8]

De nombreux accidents justement ont eu lieu à cause d'une mauvaise interprétation de la couleur d'un voyant lumineux ou d'un bouton poussoir, avec des conséquences dangereuses sur les personnes et le matériel.

I.3.3.2. Communication basée sur les panneaux de commande électronique

Lorsque le système est d'avantage complexe et que le suivi de son évolution est adossé sur des données difficiles à communiquer à l'aide des voyants, ou encore des opérations qui nécessitent du paramétrage, chose qui est difficile à faire avec des boutons poussoirs, on utilise alors la commande par clavier, touche de fonction, écran à segment ou tactile....etc.

Les claviers et les touches de fonction permettent de faire le paramétrage et de communiquer les ordres au SAP tandis que les écrans lui permettent de communiquer des données et des paramètres en temps réel. Les écrans tactiles regroupent les deux fonctionnalités, on peut lire et introduire des paramètres

Le concepteur lors de la conception répertorie l'ensemble des situations dans lesquelles un SAP peut se retrouver telle que la mise sous tension, la mise en marche, défaut de fonctionnement ou autres. Ces situations se manifesteront par des alarmes qui leur seront attribuées. L'utilisation des écrans tactiles permet de mieux exploiter les alarmes car ils offrent plus de flexibilité au concepteur dans la programmation des alarmes de telle sorte à ce qu'elles soient plus explicites à travers les couleurs et les messages qu'elles véhiculent.

I.4. Solution de commande des SAP

Le choix de la solution de commande d'un SAP dépend de plusieurs paramètres :

- Le niveau de complexité du système
- Le caractère évolutif des tâches accomplies par le SAP
- Niveau de communication avec le système (niveau basic avec des boutons, voyants lumineux et alarmes sonores...etc., niveau avancé avec des pupitres de supervision)
- Le niveau de connectivité du système avec son environnement

Il existe deux types de solutions, la commande avec la logique câblée ou la logique programmée.

I.4.1. Solution de commande basée sur la logique câblée

La logique câblée peut être réalisée par des composants logiques élémentaires de type électrique, pneumatique, électronique ou (rarement) fluide. Ces composants sont reliés entre eux par des liaisons physiques (fil, tube, circuit imprimé), le choix des composants et leurs liaisons sont déterminés de telle façon à obtenir le procédé automatisé souhaité.

Cette solution est très avantageuse sur le plan économique et pratique lorsqu'il s'agit d'une application d'un niveau de complexité réduit, mais très coûteuse et contraignante si le système est d'avantage complexe. En effet la réalisation d'une commande d'un SAP en utilisant la logique câblée peut s'avérer très coûteuse en raison des nombres de liaisons qu'il faut réaliser (câblage et connexion) et des composants qu'il faudra installer, mais l'inconvénient majeur de cette solution reste l'évolutivité du système qui est limitée car une reconfiguration du système automatisé entraînera des rajouts ou des modifications sur l'armoire de commande, une opération qui peut s'avérer longue, coûteuse et compliquée ou voire impossible.

Pour contourner ce problème une solution a été mise au point, il s'agit de la logique programmée. [3]

I.4.2. Solution de commande basée sur la logique programmée

La nature programmable de cette solution, permet au SAP de s'adapter rapidement aux contraintes évolutives de la production, même en phase d'exploitation. La logique programmée a permis d'améliorer le SAP dans tous ces aspects, le niveau de performances par exemple, grâce notamment aux fonctions intégrées dans les unités de traitements tel que la temporisation, le comptage rapide, la régulation PID.... Etc.

Le dialogue avec le milieu environnant est davantage simplifié (avec l'opérateur ou autres SAP) grâce aux interfaces homme machine, et aux différents types de réseaux de communication (MPI Profibus, Modbus, Ethernet industrielle....etc.) [3]

Il existe trois familles de solutions programmées, chacune est adaptées à un type particulier d'application :

- Le microcontrôleur
- Les automates programmables
- Les micro-ordinateurs industriels

I.5. Les Capteurs

Un capteur est un dispositif qui transforme une grandeur physique en un signal électrique (courant ou tension) en exploitant les principes de conversion électrique tel que l'effet hall, piézoélectrique ou autres

Le terme de capteur est générique, englobant le corps d'épreuve qui capte une grandeur physique à mesurer (vitesse, température, débit, pressionEtc.) Ou détecte un état (présence, niveau haut niveau bas...) et le transducteur-adaptateur qui transforme la grandeur physique captée en un signal de sortie transmis à la partie commande via une liaison physique (câble électrique, fibre optique) ou immatérielle (onde radio....) [2]

Les signaux à la sortie d'un capteur peuvent être de différentes natures

- Capteur avec signal de sortie Tout ou rien (TOR)

- Capteur avec signal de sortie analogique
- Capteur avec signal de sortie numérique

I.5.1. Familles de capteurs

Les capteurs sont répertoriés selon le type d'application à laquelle ils sont destinés et de la grandeur à mesurer, on distingue alors [2]

- Détecteurs de présence par contact (fins de course) ou de proximité (capacitif, inductif ou les photocellules)
- Détecteur de position (encodeur incrémental, absolue)
- Capteurs de vitesse (génératrice Tachi métrique, sonde Pitot)
- Capteur de température (sonde de température PT100)
- Capteur de pression (pressostat)
- Capteur de débit (débitmètre avec effet Coriolis, vortex ou électromagnétique)

I.5.2. Les capteurs utilisés dans les SAP

Dans ce qui suit nous allons exposer l'ensemble des capteurs qui sont utilisés les SAP

• Les fins de courses

Ce sont des détecteurs à contact mécanique ; ils sont également appelés interrupteurs de position. L'objectif de ces capteurs est la détection de la présence d'un objet par contact direct. En effet, à l'intérieur de ces capteurs on retrouve des contacts électriques dont l'état dépend directement de la détection de l'objet, ce qui changerait l'état de ces contacts, ces derniers sont exploités par la partie commande.

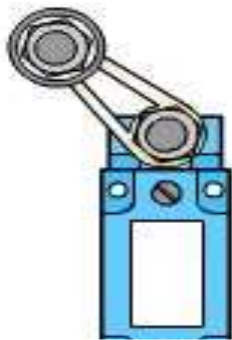


Fig.I.8 Fin de course avec came a mouvement angulaire [2]

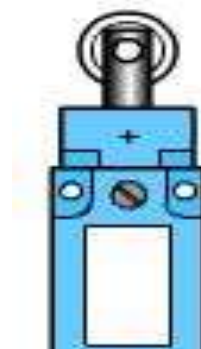


Fig.I.9 Fin de course avec came a mouvement rectiligne [2]

• Les photocellules

C'est un détecteur de présence sans contact. Ils sont constitués d'un émetteur de rayons lumineux (diodes électroluminescentes) et d'un récepteur (phototransistor). Lorsque c'est deux parties sont placées dans le même boîtier on utilise alors un réflecteur.

Lorsqu'un objet coupe les rayons lumineux, les contacts électriques au niveau du récepteur changent d'état, ils sont alors exploités par la PC pour la commande des actionneurs. Dans le but d'immuniser les photocellules contre les interférences avec la lumière ambiante, les constructeurs optent pour des émissions de lumière à une fréquence fixe (rayon infrarouge par exemple). Il existe trois configurations possibles d'une photocellule :

Système réflexe : L'émetteur et le récepteur sont placés dans le même boîtier, dans ce cas, un réflecteur est nécessaire pour la liaison lumineuse entre l'émetteur et le récepteur.

Système barrage : Dans cette configuration, l'émetteur et le récepteur sont placés de telle sorte à ce que l'objet à détecter passe entre eux, elle est avantageuse par rapport à la portée de détection qui peut atteindre 30m.

Système de proximité : Dans ce cas, L'émetteur et le récepteur sont placés dans le même boîtier, la réflexion est assurée par l'objet lui-même, par conséquent la portée est réduite jusqu'à 1.5m.

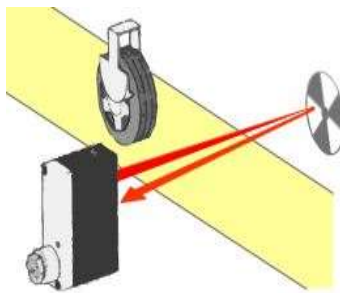


Figure.I.10 Système reflexe [2]

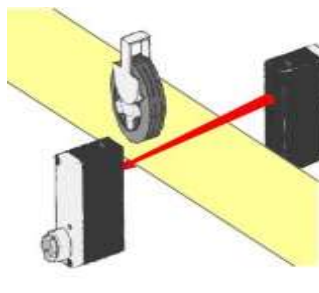


Figure.I.11 Système Barrage [2]

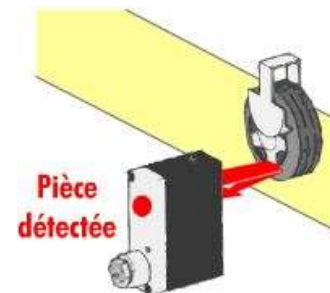


Figure.I.12 Système de proximité [2]

• Les codeurs rotatifs

Les codeurs sont utilisés pour la mesure des grandeurs dynamiques et mécaniques telle que la vitesse, le déplacement (distance linéaire) et la position.

Il existe plusieurs types d'encodeurs, selon leurs principes de fonctionnement tel que les resolvers et les codeurs analogiques, mais les plus utilisés sont les codeurs optiques. [6]

• Les codeurs optiques

Le fonctionnement d'un codeur optique est basé sur ses trois parties essentielles :

- Un disque contenant des pistes tracées avec des points transparents et opaques associés à un arbre, ce dernier est lié mécaniquement à l'arbre du moteur où à un corps en déplacement linéaire (Tôle, tapis roulant...Etc.) par l'intermédiaire d'une roue codeuse
- Une LED émettrice de lumière sur chaque piste, le mode de disposition alternatif des points opaques et transparents permet de réguler le passage des rayons lumineux, ces derniers seront interceptés par une LED réceptrice
- Un amplificateur et un convertisseur en un signal carré

Lorsque le codeur est entraîné, le disque se met en rotation, les points opaques empêchent les rayons lumineux émis par la LED d'atteindre la LED réceptrice, ce qui permet d'avoir un signal électrique, ce dernier est amplifié et corrigé par l'amplificateur et le convertisseur de signal carré. [6]

Il existe deux types de codeurs optiques :

- **Le codeur incrémental (CI)**

Il est composé de trois pistes, deux pistes extérieures A et B décalées de 90 degrés électriques, elles sont caractérisées par un nombre de points par piste appelés aussi résolution, cette configuration permet d'avoir deux signaux carrés d'une fréquence fixe et déphasés de 90 degrés. On retrouve également une piste extérieure Z qui ne délivre qu'une seule impulsion par tour

Le comptage du nombre d'impulsions des piste A ou B permet d'avoir la vitesse, la position ou encore le déplacement. Le déphasage quant à lui, permet de déterminer le sens de rotation, la piste est utilisée pour la réinitialisation du comptage. [6]

- **Le codeur absolu (CA)**

Le principe de fonctionnement de cet encodeur est semblable à celui du CI dans la génération des signaux utiles. Dans un CA on retrouve un nombre plus important de pistes. En effet le mode de codage d'un CA associe à chaque position un code spécifique, par conséquent il délivre en permanence un code qui est l'image de la position du mobile à contrôler. [6]

- **Le choix de l'encodeur**

Le choix de l'encodeur optique est défini par la nature de l'application. Lorsque l'objectif recherché est la mesure de vitesse, d'un déplacement linéaire ou la détermination de position avec des niveaux de précision réduits on utilise un codeur incrémental.

Par contre, lorsqu'on souhaite déterminer la position avec un degré de précision important on utilise alors un codeur absolu.

D'autres paramètres influents également sur le choix de l'encodeur,

- il faut savoir par exemple qu'un CA permet la sauvegarde d'information en cas de coupure d'alimentation chose qui n'est pas possible avec un CI.
- Un CA nécessite plusieurs points de raccordement avec l'unité de traitement (API, carte électronique...Etc.) ce qui peut s'avérer couteux, tant dis que le CI est plus pratique sur ce volet.

En plus de la résolution La vitesse de rotation, le rapport de transmission dû au couplage entre le codeur et le mobile ou encore le mode de traitement par le calculateur (front montant seul ou front montant et descendant des signaux) sont les principaux paramètres qui influent sur la précision.

- **Le pressostat**

Le pressostat est un capteur TOR qui délivre une information dès que la pression qui lui est consignée est atteinte, il est constitué d'un ensemble de contacts électrique qui sont solidaires à un clapet mobile, ce dernier, soumis à une pression s'ouvre une fois la valeur de la consigne satisfaite. [2]

I.6. Le cycle de vie d'un Système Automatisé de Production

Le cycle de vie d'un SAP passe par plusieurs étapes, du besoin à sa construction jusqu'à son exploitation, le SAP doit franchir plusieurs niveaux [5] :

- **La spécification:** les spécifications d'un SAP sont communiquées dans un cahier des charges, dans ce dernier le client prend le soin de décrire son SAP dans son aspect technique, il doit notamment relater un maximum d'information. Les spécifications concernant l'appareillage, les séquences du SAP, le grafset, le GEMMA ne sont que quelques exemples. Le chargé de la rédaction du cahier de charge doit mentionner des détails techniques tels que la puissance des moteurs, vitesse de déplacement linéaire, pression des vérinsetc.
- **Conception :** dans cette phase le concepteur/constructeur doit proposer des solutions qui répondent aux spécifications, il doit faire une conception matérielle (appareillage) et une conception logicielle, dans laquelle des questions relatives à l'aspect informatique du SAP doivent être abordées.
- **Construction :** une fois l'étape précédente validée, le constructeur passe à la réalisation du SAP, à ce niveau toutes les questions relatives au choix matériel et logiciel ont été résolues. On parle alors de codage (programmation) et de câblage.
- **Intégration :** cette étape consiste à intégrer le SAP dans le milieu auquel il est destiné et de procéder à sa mise en service.
- **validation :** dans cette étape, l'objectif est de s'assurer que le SAP obtenu répond parfaitement aux spécifications.
- **exploitation et maintenance :** Une fois validé, le SAP entre en phase de service. dans le but de rallonger cette dernière et pour assurer le bon fonctionnement du SAP, son exploitation doit être accompagnée d'opérations de maintenances

Les étapes citées précédemment ne sont qu'une interprétation du « Cycle en V »(Fig.I.13), ce dernier a été proposé par PEREZ.J.P dans son approche pour les systèmes à temps réels, puis adopté par les automaticiens et fut appliqué au SAP

La figure I.13 représente le cycle en V d'un SAP, elle résume l'ensemble des étapes

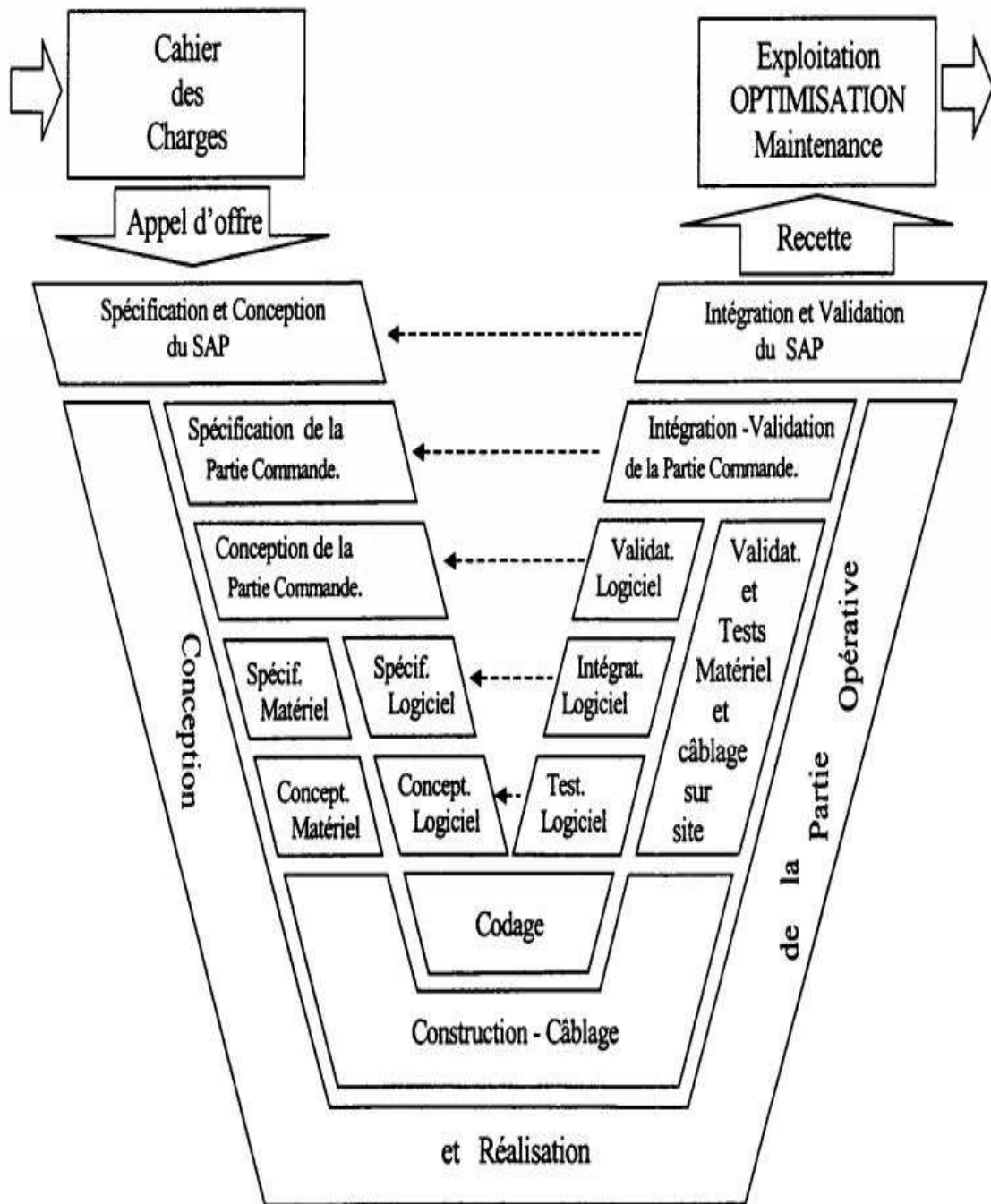


Figure I.13 Cycle en V d'un SAP [5]

I.7. Conclusion

Les systèmes automatisés de production sont d'une contribution importante dans le domaine de l'industrie. Ils sont considérés comme le carrefour de plusieurs disciplines de l'ingénierie telles que l'électrotechnique, l'automatique, l'informatique et la construction mécanique. Par conséquent, comprendre un SAP peut s'avérer compliqué d'où la nécessité de faire appel à la modélisation.

CHAPITRE II

II.1. Introduction à la modélisation

Les systèmes industriels étant par nature complexes, il est nécessaire de décomposer le système en sous-systèmes plus facilement modélisables. Par assemblage des différents modèles, il sera possible de déduire le comportement global du système complexe.

Pour analyser un système automatique, plusieurs modes de représentation sont possibles. Le choix d'un mode particulier sera retenu en fonction de l'objectif souhaité. Dans notre cas et afin de modéliser notre système, nous avons opté pour le GRAFCET, qui est un outil de modélisation simple et qui prend en considération les différentes contraintes physiques et logiques lors du fonctionnement du processus.

II.2. Constitution de la machine T28

La machine T28 de l'entreprise nationale de l'électroménager (ENIEM) est une cisaille mécanique à guillotine, conçue pour couper la tôle sous diverses dimensions. Elle est construite en acier laminé d'une résistance absolue, supportant tous les efforts dérivant de la coupe sans que la structure du matériel en soit compromise. La T28 est constituée principalement de quatre parties :

Dévidoir, Groupe redresseur-aménage, cisaille

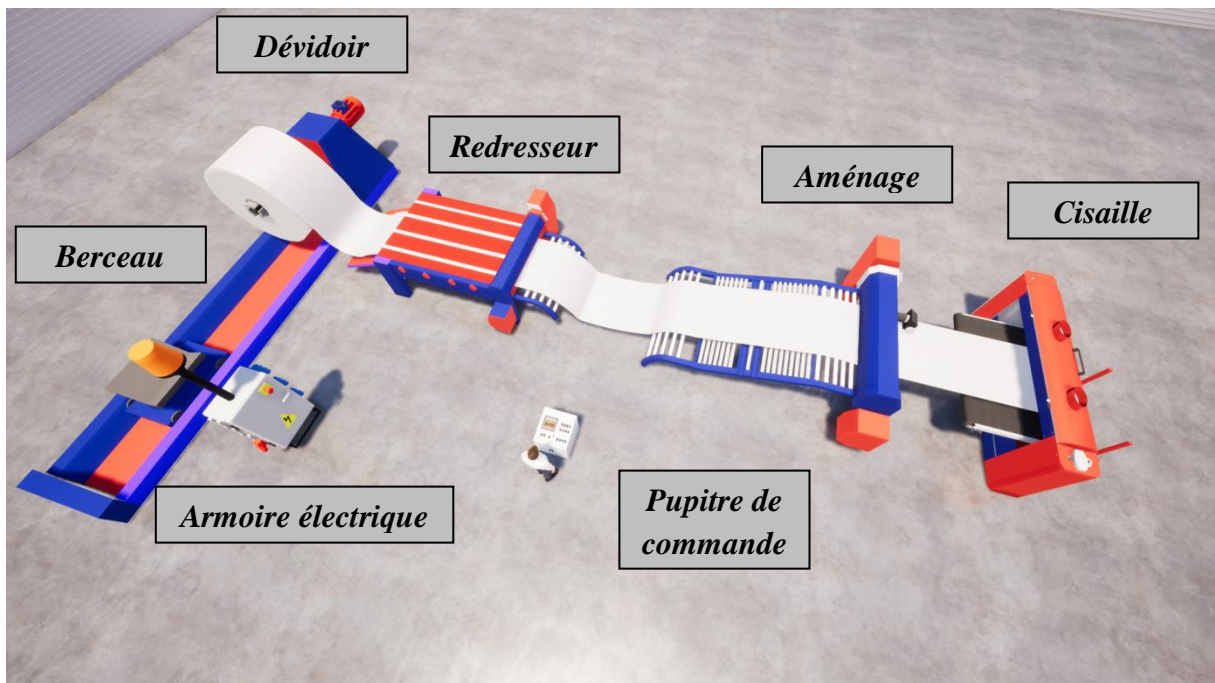


Figure II.1 : Rendu 3D de la T28

II.2.1. Dévidoir

C'est la première partie de la machine T28, là où le processus de découpage de tôle commence.

Le dévidoir dit aussi dérouleur est constitué de deux parties essentielles :

- Berceau
- Mandrin

REMARQUE : Avant toutes opérations sur la machine, l'opérateur place la bobine de tôle sur le berceau à l'aide d'un pont roulant.

II.2.1.1. Le berceau

C'est un chariot sur rail équipé d'un moteur asynchrone triphasé, ce dernier permet le déplacement du berceau dans les deux sens (gauche et droite), à la fin des rails on trouve des fins de course qui contrôlent son déplacement.

Le berceau est aussi équipé d'un vérin hydraulique à double effets qui permet l'élévation du berceau et d'axer la bobine de tôle sur le dérouleur.

II.2.1.2. Le mandrin

Le mandrin est la seconde partie du dévidoir, cette partie se trouve sur le dérouleur et permet la fixation de la bobine de tôle afin d'éviter toutes rotations sur elle-même.

II.2.2. Redresseur-Amenage

Le redresseur est de type 1625 G série LC/5056 équipé d'un moteur avec deux sens de marche d'une puissance de 3Kw et d'une pompe hydraulique dont le moteur est d'une puissance de 1.1Kw.

Son rôle est de redresser la tôle et la préparer pour la coupe, c'est la partie intermédiaire du processus car il dispose d'une table de sortie qui le relie à l'aménage de la cisaille.

En effet le redresseur est combiné avec un aménage motorisé de type 1625 G RA2 série LC/5056 à deux rouleaux de traction.

Cet aménage présente les caractéristiques résumées dans tableau II.1

Type	Largeur	Nb de rouleaux	Diamètre des rouleaux	Hauteur sol-bande	Surface au sol	Puissance moteur
1625 G	1000 mm	2	80 mm	910 à 960 mm	960 mm x 1460 mm	4 Cv

Tableau II.1 : caractéristique de l'aménage. [10]

II.2.3. Cisaille

La cisaille est la finalité du processus, là où la tôle est coupée sous la dimension souhaitée

Les Caractéristiques de la cisaille sont illustrées dans le tableau II.2

Caractéristiques	Valeurs	Unités
Longueur utile de coupe	1000	[<i>mm</i>]
Nombre de coups à la minute	60	<i>coups</i>
Puissance du moteur électrique	4	[<i>HP</i>]
Poids approximatif de la machine	1500	[<i>Qtx</i>]
Longueur maxi de la machine	800	[<i>mm</i>]
Hauteur maxi de la machine	1200	[<i>mm</i>]
Largeur maxi de la machine	1650	[<i>mm</i>]
Angle de coupe	2°20	<i>degré</i>

Tableau II.2 : Caractéristique de la cisaille mécanique à guillotine. [9]

II.3. Initiation, présentation et propriétés du Grafcet

II.3.1. Initiation au Grafcet

L'automatisation des systèmes industriels constituent un facteur majeur pour l'amélioration de la productivité mais il fallait encore trouver des méthodes de modélisation pour simplifier ces systèmes, c'est là où Les graphes fonctionnels étapes-transitions (Grafcet) sont nés afin de décrire de façon claire et fiable ces systèmes, ils ont d'abord été développés dans les grandes entreprises mettant en œuvre des dispositifs très sophistiqués, normalisé en France en 1982 (NF C 03-190). Puis en Europe entière en 1990 (CEI 848). [11]

Le Grafcet est un outil puissant offrant les meilleures garanties pour la modélisation et la transmission d'informations entre les différents acteurs d'un projet, il permet de répondre facilement et vite à des problèmes variés, ce qui le rend indispensable même pour les petites installations.

Raison pour laquelle nous avons opté pour cette méthode afin de modéliser notre système.

Dans ce qui suit on s'étalera sur les propriétés du Grafcet, son rôle et les règles de son évolution, pour finir on présentera les deux niveaux du Grafcet de la T28.

II.3.2. Propriétés du Grafcet

Ce modèle de représentation graphique est défini par un ensemble constitué de:

II.3.2.1. Les étapes

Se représentent par un carré ou un rectangle repéré numériquement, elles correspondent à une situation dans laquelle le comportement de la partie commande ne varie pas vis-à-vis de ses entrées et de ses sorties, les étapes peuvent être actives ou inactives à un instant donné et suivant l'évolution du système. [3]

II.3.2.2. Actions associées aux étapes

Une ou plusieurs actions élémentaires ou complexes peuvent être associées à une étape, les actions traduisent ce qui doit être fait chaque fois que l'étape à laquelle elles sont associées est active. [3]

II.3.2.3. Les transitions

Elles marquent la possibilité d'évolution entre une ou plusieurs étapes, ces évolutions se traduisent par le franchissement de la transition, ce franchissement provoque un changement de situation de la partie commande. [3]

II.3.2.4. Conditions de transition-Réceptivité

A chaque transition est associée une proposition logique appelée réceptivité, ou encore condition de transition, elles peuvent être représentées soit par des indications littérales, soit par des expressions logiques, les réceptivités constatent la bonne exécution des actions de l'étape précédente ou qui fixe les conditions de passage à l'étape suivante. [3]

II.3.2.5. Liaisons orientées

Les liaisons orientées relient entre elles les étapes et les transitions, structurées en un réseau alterné (étapes-transitions-étapes), formant ainsi l'ossature séquentielle graphique du Grafcet. [3]

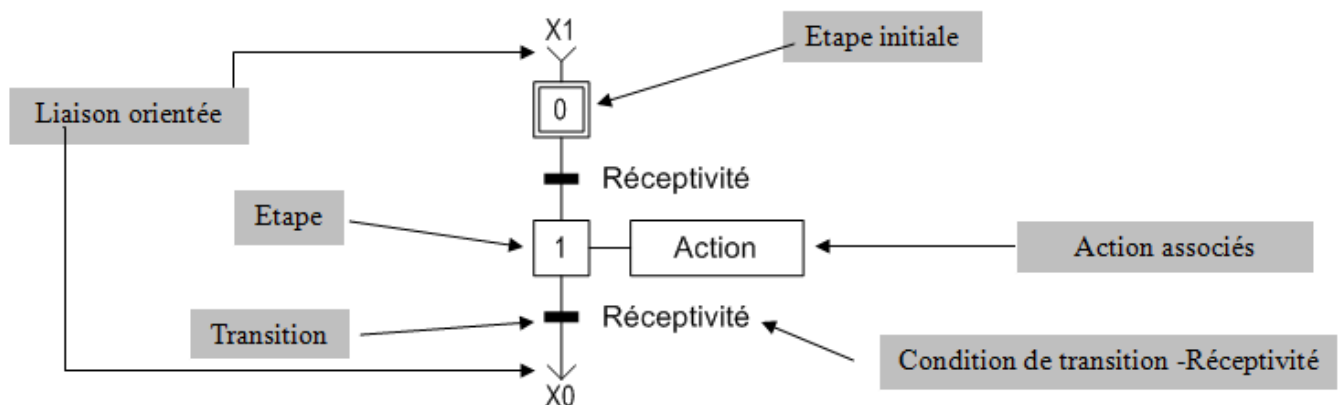


Figure II.2 : Symbolisation d'un Grafcet.

II.4. Règles d'évolution relatives au Grafcet

Elles régulent le déroulement et l'évolution du Grafcet. On dispose de cinq règles fondamentales :

II.4.1. Règle 1 : Etape Initiale

La situation initiale du GRAFCET caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de sa partie opérative et correspond à l'étape active au début du fonctionnement.

Pour distinguer cette étape, elle est repérée par un carré doublé. [1]

II.4.2. Règle 2 : Franchissement d'une transition

Pour évoluer d'une étape à une autre, il faut que la transition soit franchie. La transition peut être considérée comme une barrière que l'on ouvre ou que l'on ferme.

Une transition est soit validée soit non validée. Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont activées. Elle ne peut être franchie que : [1]

- lorsqu'elle est validée,
- et que la réceptivité associée à la transition est vraie. La transition est alors obligatoirement franchie.

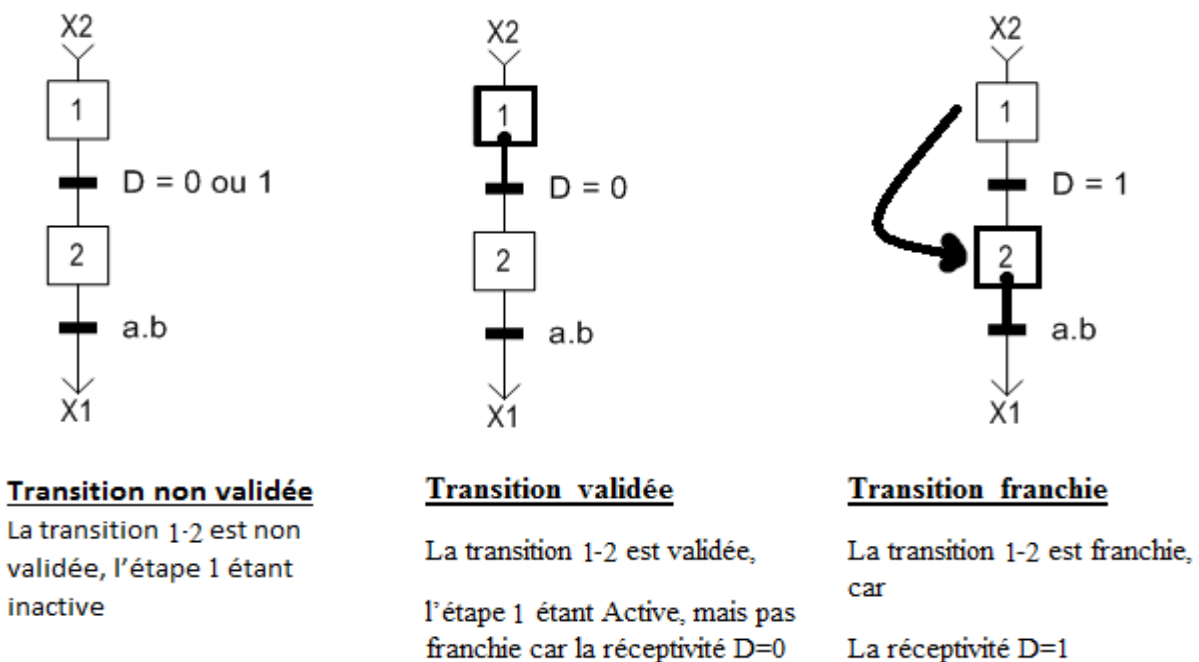


Figure II.3 : Les différents types de transitions.

II.4.3. Règle 3 : Evolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes. [1]

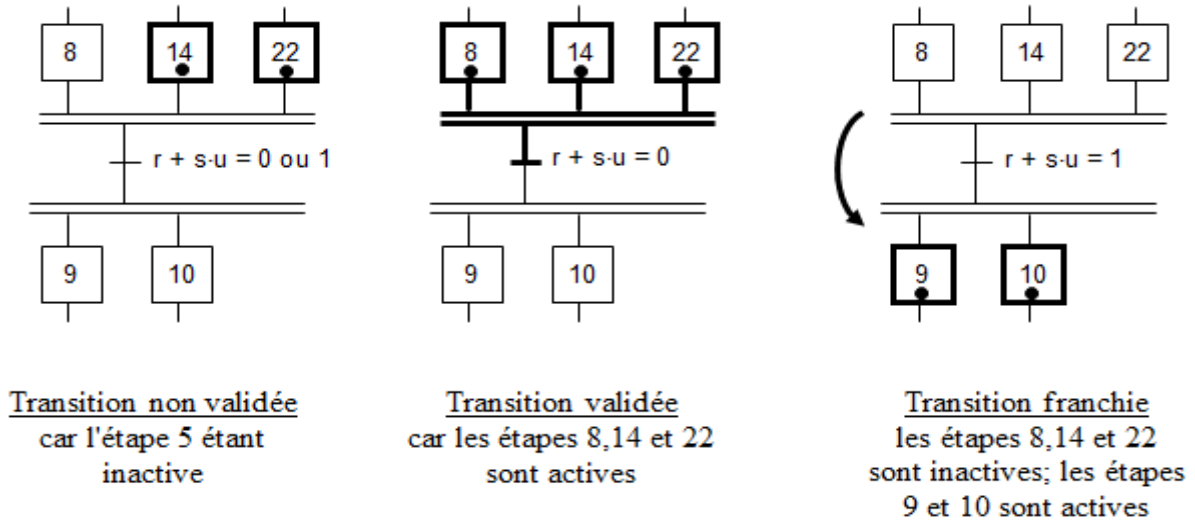


Figure II.4 : Evolution des étapes actives

II.4.4. Règle 4 : Evolution simultanées

Plusieurs transitions simultanément franchissables (franchissable en même temps) sont simultanément franchises (franchises en même temps). [1]

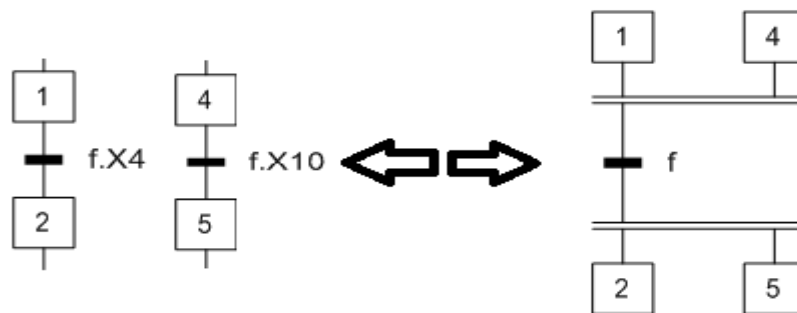


Figure II.5 : Illustration d'une évolution simultanée.

Si 1 active, $X_{10} = 1$ / Si 4 est active, $X_4 = 1$ / Si 4 est inactive, $X_4 = 0$

Cette règle permet de décomposer le grafctet en plusieurs diagrammes tout en assurant leur interconnexion.

Les transitions $f.X_4$ et $f.X_{10}$ franchissable en même temps, assurent la synchronisation des deux séquences.

II.4.5. Règle 5 : Activation et désactivation simultanées

Si, au cours du fonctionnement, une même étape doit à la fois être désactivée et activée, elle reste active. [1]

II.5. Cas particuliers d'un Grafset

II.5.1. Divergence en OU (Séquence exclusive)

Cette séquence du Grafset apparaît quand, à la sortie d'une étape, le cycle peut prendre un des deux (ou plus) chemins différents suivant l'état des réceptivités, la figure suivante illustre cette séquence. [2]

Dans cette figure, le cycle peut évoluer dans le premier ou le second chemin.

Interprétation :

2 possibilités : 1-2-4-6 ou 1-2-5-6

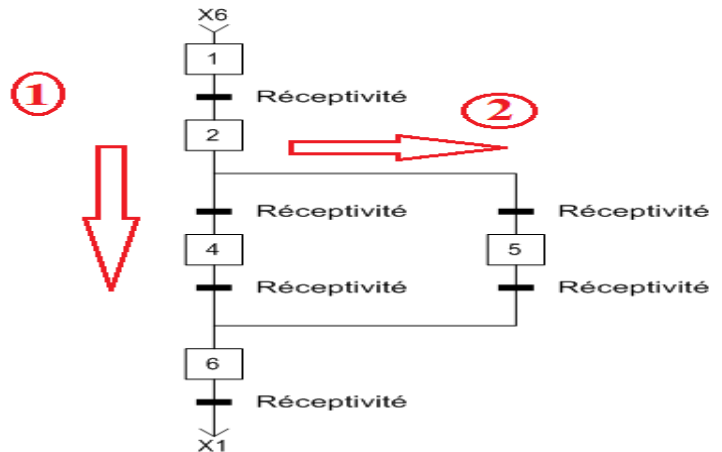
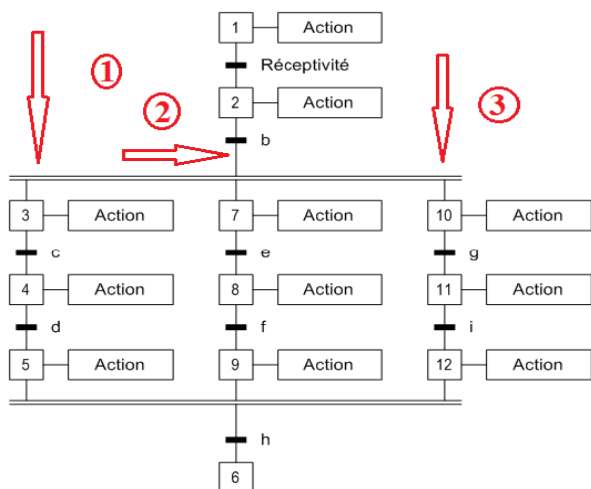


Figure II.6 : illustration d'une divergence en OU

II.5.2. Séquences simultanées

Cette configuration apparaît après le franchissement d'une transition et ça entraîne l'activation de plusieurs chemins simultanément, ces chemins sont indépendants et ne possèdent pas le même fonctionnement mais se déroulent en même temps, la figure qui suit illustre ce cas. [2]



Dans ce cas et suivant l'état de la variable, le cycle évoluera dans les trois directions à la fois à savoir 1, 2 et 3.

Interprétation : 1-2- 3 et 7 et 10

4 8 11

5 9 12

Ces trois colonnes sont lues en même temps.

Figure II.7 : Illustration d'une séquence simultanée

II.5.3. Saut et reprise d'étape

- Le saut en avant permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions à réaliser deviennent inutiles à un moment donné. [2]

Déroulement des étapes :

- Si $a=1$ et 10 active, les étapes 11 et 12 seront normalement exécutées.
- Si $a=0$, les étapes 11 et 12 ne seront pas exécutées et le cycle passera à l'étape 13.

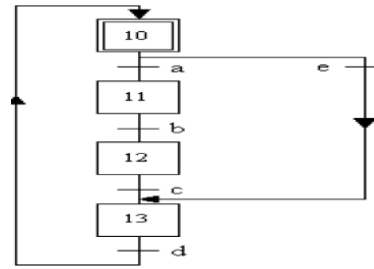


Figure II.8 : Saut d'étape

- La reprise d'étape permet de reprendre une séquence lorsque les actions à réaliser sont répétitives

Déroulement des étapes :

- Si $h=1$ et 32 active, on passera à l'étape 33.
- Si $h=0$, dans ce cas on reprendra les étapes 31 et 32.

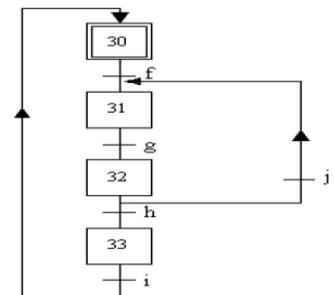


Figure II.9 : Reprise d'étape

II.5.4. La macro-étape

La particularité de cette de ce type de séquence est d'éviter la surcharge du grafcet principal par les détails de fonctionnement à l'intérieur d'une étape, en illustre cette particularité dans la figure II.10. [2]

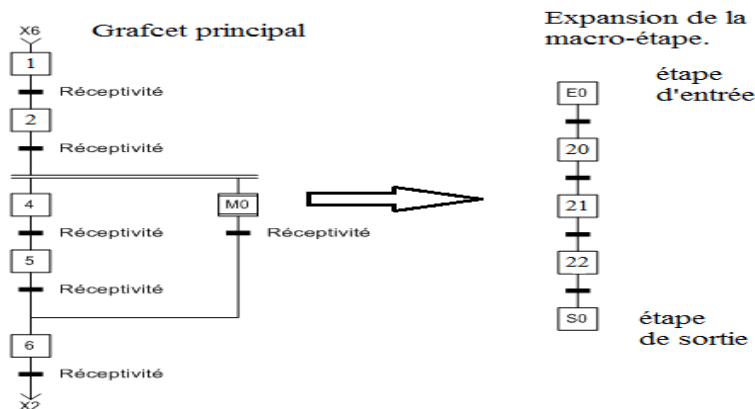


Figure II.10 : Macro-étape

II.6. Fonctionnement de la machine T 28

En premier lieu on procède à la mise sous tension de tous les compartiments de la machine à savoir le dévidoir, redresseur-aménage, cisaille

Ainsi que les composants hydrauliques (les différentes pompes)

II.6.1. Fonctionnement du dévidoir

Il est assuré par deux systèmes :

- **Electrique** : le système électrique alimente le moteur de la pompe du dévidoir ainsi que le moteur du berceau et contrôle ses deux sens de marche.
- **Hydraulique** : ce système se compose de trois éléments majeurs (pompe, vérin, distributeur)

La pompe du dévidoir débite 16 l/s et équipée d'un moteur asynchrone d'une puissance 5.5 HP. Cette pompe alimente des vérins hydrauliques à double effet qu'on trouve sur le berceau pour l'élévation et la descente de ce dernier et sur le mandrin pour son ouverture et sa fermeture.

Le vérin du berceau est contrôlé par un distributeur hydraulique de type 4/3, avec deux électrovannes (EV4 pour le soulèvement du berceau, et EV3 pour la descente), ces dernières s'enclenchent en agissant sur le sélecteur N°2.

Le vérin du mandrin est aussi contrôlé par un distributeur hydraulique de type 4/3, avec deux électrovannes (EV2 pour l'expansion du mandrin et EV1 pour la fermeture du mandrin), elles s'enclenchent en agissant sur le sélecteur N°1.

II.6.2. Fonctionnement du combiné Redresseur-Amenage

Le redresseur possède deux sens de marche via deux contacteurs KM1 et KM2, possédant à l'intérieure cinq cylindres rotatifs dont la pression est réglable afin de serrer et redresser la tôle. Le redresseur est équipé d'une table de sortie commandée par un vérin à double effet qui contrôle la montée et la descente de la table et relie à son tour le redresseur à l'amenage.

L'aménage motorisé RA2 est équipé de deux embrayages et d'un frein électromagnétique, un embrayage d'avance rapide correspondant au moto-variateur, un embrayage de marche lente relié à un motoréducteur ayant une vitesse d'avance de 2m/min. le premier contact débraye l'avance rapide et embraye la marche d'approche lente, le deuxième contact débraye la marche lente et commande le frein et la machine asservie. [10]

II.6.3. Fonctionnement de la cisaille

La cisaille faite d'acier laminé, est formée de deux bâtis reliés entre eux par de robustes traverses, par un coulisseau supérieur également en acier laminé, l'arbre est commandé par un réducteur à vis sans fin.

La transmission du mouvement se fait à l'aide de courroies trapézoïdales lesquelles relient directement le moteur au volant, le mouvement de celui-ci est transmis au vilebrequin par un réducteur à vis sans fin à grand rendement, avec l'interposition d'un embrayage électromagnétique ou pneumatique.

La commande de la machine se fait en actionnant le bouton poussoir situé sur le tableau de commande de la machine, lequel met en circuit le moteur puis le volant à vide avant de commencer la coupe des tôles (actionnée par l'électrovanne de coupe). [9]

II.7. Solutions proposées afin d'améliorer la T28

Pour améliorer le fonctionnement de la machine et optimiser son rendement surtout lors du fonctionnement automatique, on propose certaines améliorations telles que :

1. Remplacement des cartes électroniques par un API (automate programmable industriel), dont la précision et la vitesse d'exécution sont beaucoup plus importantes comparées aux cartes électroniques classiques. Ces dernières étant très vieilles, ne répondent plus aux attentes de l'entreprise à cause des défaillances et pannes répétitives.
2. L'aménage de la machine est un élément clé de l'ensemble, son système de changement de vitesse constitué de deux moteurs (petite et grande vitesse), ainsi qu'un système d'embrayage, et un frein à commande électromagnétique, cet ensemble présente plusieurs lacunes en l'occurrence les blocages lors du changement de vitesse ce qui influe sur la précision de la coupe, pour y remédier Il existe plusieurs méthodes :
 - La mise en place d'un moteur à deux vitesses fixes : techniquement la mise en place de ce moteur est un peu compliquée mécaniquement et on devra imposer à la machine deux vitesses uniquement. Comme il absorbe un courant plus important quand il est sur la grande vitesse d'où la nécessité de mettre en place deux protections différentes pour les deux vitesses.
 - Le moteur Dahlander est une autre solution ; c'est un système fréquemment rencontré et particulièrement économique. A l'aide d'un seul enroulement, il permet d'obtenir deux nombre de pôles différents (2 et 4 pôles, 4 et 8 pôles, ...), mais on ne l'utilisera pas pour les mêmes raisons que le moteur à deux vitesses citées auparavant.
 - On propose alors de garder un seul moteur (Moto-variateur) et le piloter à l'aide d'un variateur de vitesse. Ce changement permettra d'accroître la précision du système ainsi que sa rapidité et d'offre aussi une plage de variation de vitesses plus importante.
3. La T28 possède deux capteurs à système reflexe (photocellule) afin d'éviter le cumule de tôle par terre et éviter à ce que la tôle soit tendue, pour une question de sécurité on propose d'ajouter un troisième capteur inductif qu'on installera par terre, qui à pour but de remplacer la photocellule 1 en cas de défaillance et d'éviter toujours le cumul de tôle.
4. On ajoute aussi des fins de course au niveau de la cisaille, en cas de blocage de cette dernière une alarme se déclenchera.
5. Au niveau de l'armoire électrique on mettra en place différents systèmes de sécurité tel que les relais de phase, module de sécurité de type Preventa (Voir chapitre IV).

II.8. Grafcet appliqué à la machine T28

II.8.1. Grafcet Niveau 1

Ce niveau décrit le comportement de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative.

Il représente seulement le fonctionnement logique de l'automatisme, avec des spécifications fonctionnelles dans un langage proche du langage courant, indépendamment des choix technologiques qui seront effectués. [3] On représente dans ce qui suit le Grafcet Niveau 1 de notre machine.



Figure II.11 : Grafcet niveau 1

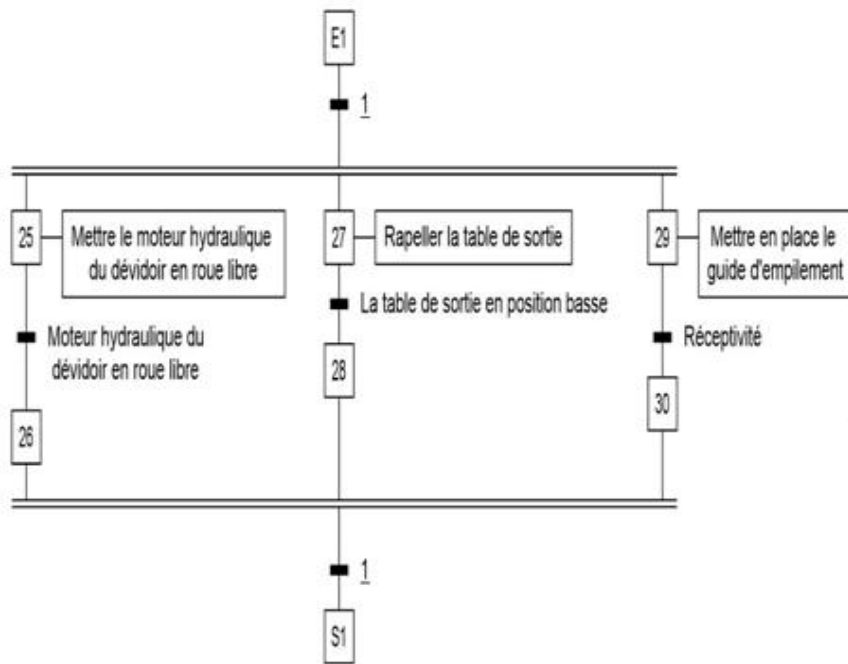


Figure II.12: Grafcet niveau 1 de la macro étape M0

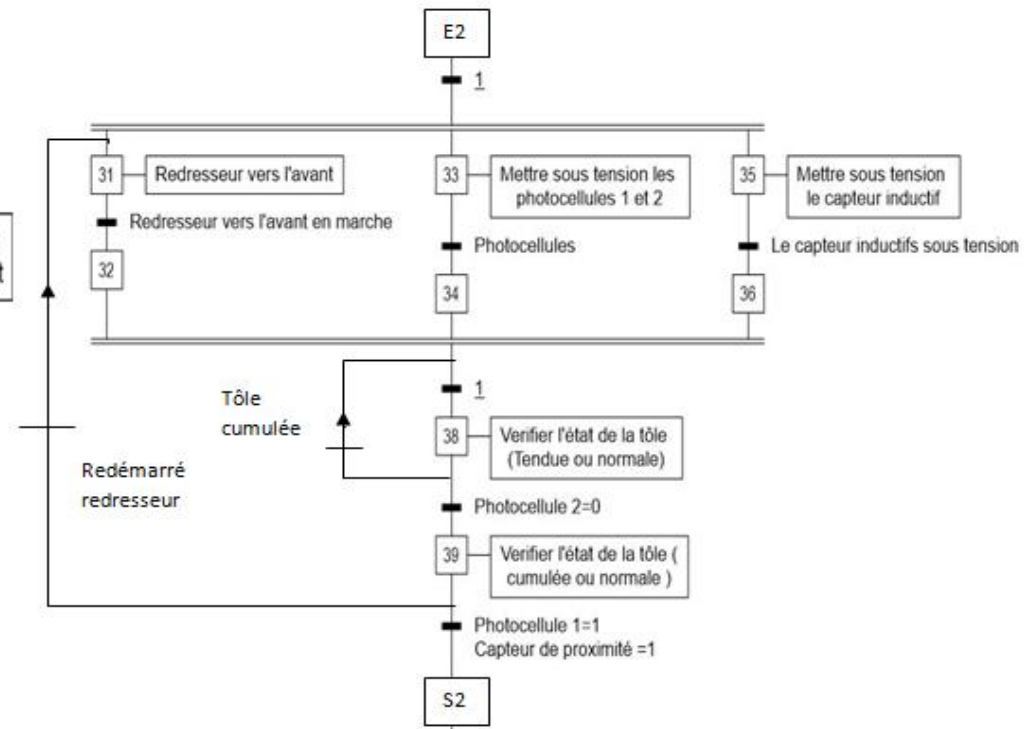


Figure II.13: Grafcet niveau 1 de la macro étape M1

Remarque : la photocellule 1 dispose de contacts électriques normalement fermé en cas de cumul de tôle ces contacts s'ouvrent et provoquent l'arrêt du redresseur, en cas de défaillance le capteur de proximité s'ouvre (=0) et provoque l'arrêt du cycle.

La photocellule 2 dispose de contacts électriques normalement ouverts en cas de tôle tendue et droite, les contacts se ferment et provoque le redémarrage du redresseur.

II.8.2 Grafcet Niveau 2

Il Représente l'automatisme en tenant compte des choix technologiques et de repérage des variables sous forme symbolique.

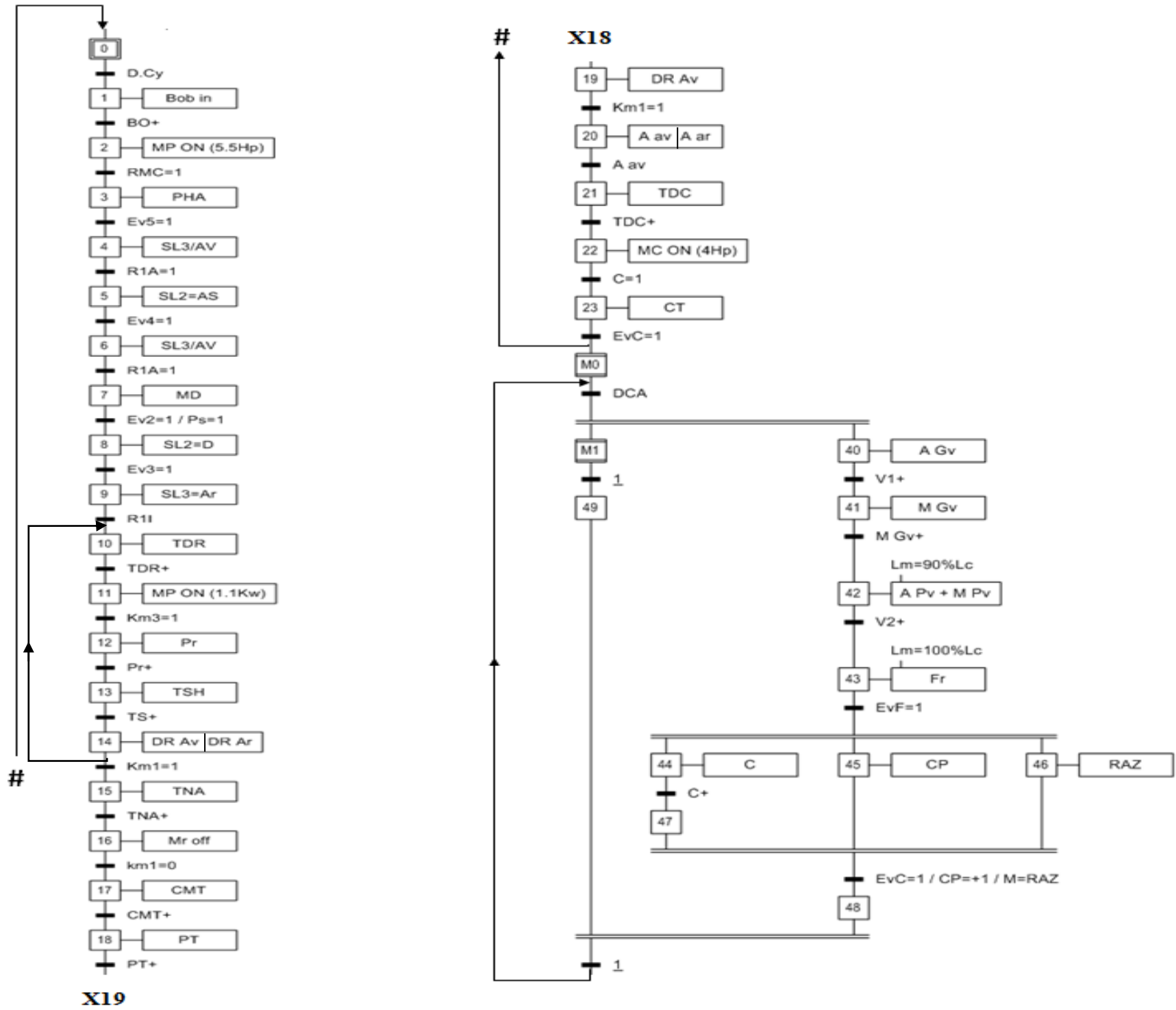


Figure II.14 : Grafcet niveau 2

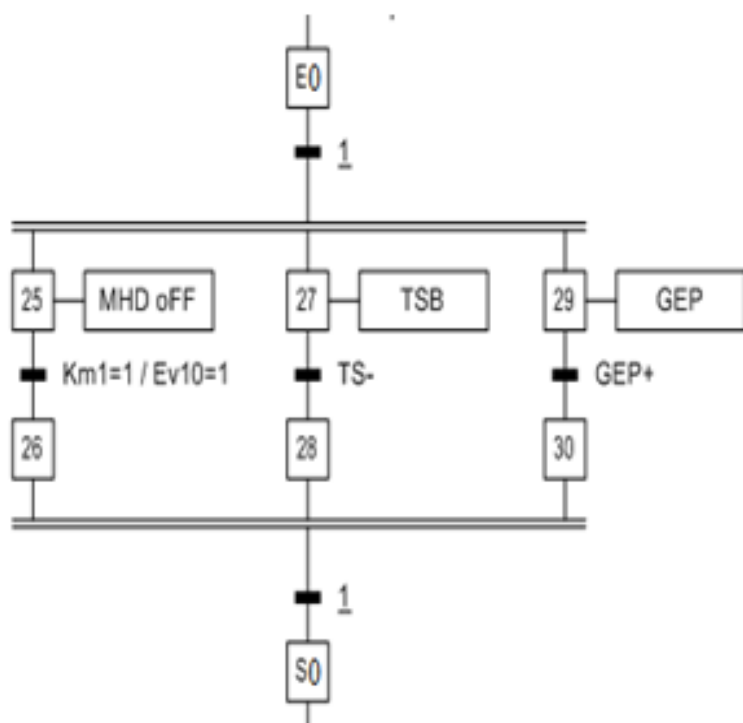


Figure II.15: Grafcet niveau 2 de la macro étape M0

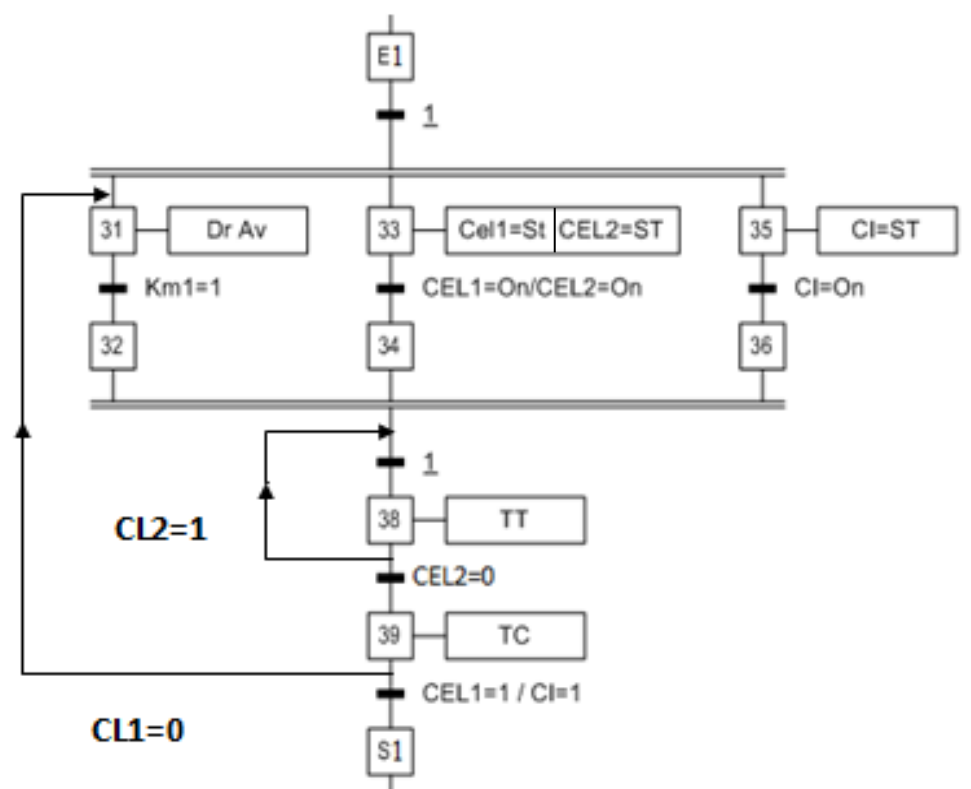


Figure II.16: Grafcet niveau 2 de la macro étape M1

• Légende du Grafset Niveau 2 :

Etapes	Actions associés	Réceptivités	significations
Bob In	Bobine sur le berceau	BO+	Bobine sur le berceau
MP ON	Allumage Motopompe du dévidoir	RMC=1	Moteur dévidoir allumé
PHA	Autorisation Passage de l'huile	Ev5=1	Circuit hydraulique ouvert
SL3/AV	Mettre sélecteur 3 position avant pour avancer le berceau	R1A=1	Le berceau est en marche avant
SL2=AS	Mettre sélecteur 2 position haut pour monter le berceau	Ev4=1	Monté du berceau
SL3/AV	Mettre sélecteur 3 position avant pour avancer le berceau	R1A=1	Le berceau est en marche avant
MD	Déployer le mandrin	Ev2=1 / Ps=1	Mandrin déployé la pression max pressostat atteinte
SL2=D	Mettre sélecteur 2 position haut pour descendre le berceau	Ev3=1	Le berceau est redescendu
SL3=Ar	Mettre le sélecteur 3 en position Arrière pour retirer le berceau	R1I	Le berceau est arrière
TDR	Tirer la tôle dans le redresseur	TDR+	La tôle est dans le redresseur
MP ON (1.1Kw)	Allumage Motopompe redresseur	Km3=1	Motopompe redresseur allumé
Pr	Réglage de pression du redresseur	Pr+	Pression redresseur réglée
TSH	Sortir la table de sortie	Ts+	Table de sortie en haut
DR Av/DR Ar	Démarré le redresseur en avant ou arrière	Km1=1	Le redresseur est en marche avant
TNA	Tiré la tôle vers l'aménage	TNA+	La tôle est niveau de l'aménage
Mr Off	Eteindre moteur du redresseur	Km1=0	Redresseur éteint
CMT	Centré la tôle manuellement	CMT+	La tôle est centré dans l'aménage
PT	Réglé le presse tôle de l'aménage	PT+	La tôle est serré dans l'aménage
A av/A ar	Démarré l'aménage en avant ou arrière	A av	L'aménage en marche avant
TDC	Tiré la tôle vers la cisaille	TDC+	La tôle au niveau de la cisaille
MC ON (4Hp)	Allumage moteur cisaille	C=1	La cisaille est allumée
CT	Effectué la première coupe de tôle	EvC=1	L'électrovanne de coupe est active
MHD Off	Mettre le dévidoir en roue libre	Ev10=1	Ev10 active (dévidoir en roue libre)
TSB	Rappeler la table de sortie	TS-	Table de sortie niveau bas
GEP	Mettre en place le guide d'empilement	GEP+	Le guide d'empilement est en place
Cel1=St / Cel2=St	les deux photocellules sous tension	Cel1=On / Cel2=On	Les deux photocellules en marche
CI=St	Capteur inductif sous tension	CI=On	Le capteur inductif en marche
TT	Vérifier si Tôle tendu	CEL2=0	La photocellule détecte la tôle
TC	Vérifier si y a cumule de tôle	CEL1=1	La photocellule ne détecte pas de tôle
A Gv	Aménage à grande vitesse	V1+	Grande vitesse enclenchée
M Gv	Mesure à grande vitesse	M Gv+	Mesure en grande vitesse en cours
A Pv	Aménage à petite vitesse	V2+	Petite vitesse enclenchée
M Pv	Mesure à petite vitesse	M Pv	Mesure en petite vitesse en cours
Fr	Freinage	EvF=1	Freinage en cours
C	Activer la coupe	C+	Cisaille descendu
CP	Comptage de pièces	CP=+1	Compteur de pièces en marche
RAZ	Remise à zéro de la mesure	M	Remise à zéro mesure effectuée

Tableau II.3 : Légende du grafset niveau 2

II.8. Conclusion

L'objectif de ce chapitre était tout d'abord de présenter les différentes parties de la machine T28 et leurs fonctionnements ainsi que l'outil de modélisation graphique Grafset, qui est devenu un langage de programmation graphique exploitable par la plupart des automates programmables industriels existants sur le marché.

Par la suite et après avoir effectué une étude détaillée nous avons décelé les différents dysfonctionnements de la machine, comme nous avons proposé quelques solutions afin d'améliorer ses performances.

Au terme de ce chapitre, on peut dire que la modélisation est une étape primordiale afin d'automatiser un système, ça nous permet de passer d'un cahier des charges à un langage de programmation bien spécifique utilisé par l'API.

CHAPITRE III

PARTIE I : Eléments d'automatisation et logiciel utilisés.

III.1. Introduction

Afin de piloter notre cisaille mécanique à guillotine nous avons réalisé un programme qui sera implémenté dans un automate de type S7-300 et cela grâce au logiciel de conception et d'automatisation TIA PORTAL V13 de la firme SIEMENS.

Dans ce chapitre nous allons commencer par décrire les étapes à suivre pour mener à bien l'implantation du programme d'automatisation élaboré à partir de l'analyse fonctionnelle du système, ainsi qu'une brève description du logiciel utilisé à savoir le TIA PORTAL V13.

On clôturera ce chapitre avec une simulation du programme sur le PLCSIM ainsi que sa supervision.

III.2. Généralités sur les Automates Programmables Industriels

Les Automates Programmables Industriels (API) ou Programmable Logic Controller (PLC) sont apparues en 1969 aux l'USA avant même l'existence des microprocesseurs (Intel 4004, en 1971), les premiers processeurs d'API furent donc construits à l'aide des circuits intégrés disponibles à l'époque.

Sous la poussée enthousiaste des utilisateurs, les API sont rapidement sortis de leurs champs d'applications initiales purement logiques pour intégrer des traitements arithmétiques, des régulations PID, manipulation de chaîne de caractère ...etc.

Aujourd'hui les API sont devenues les éléments les plus répandus dans le secteur industriel, la réussite de ces derniers est essentiellement due à leurs grandes flexibilités ainsi que leurs facilités d'adaptation dans les différents milieux.

III.3. Présentation de l'API

Un Api est soit d'une forme compacte ou modulaire, les automates sont représentés en suivant l'architecture suivante : [12]

- CPU : Central Processing Unit ou bien Unité Centrale de Traitement, elle assure le traitement de l'information et la gestion de l'ensemble des unités, ce module comporte des circuits périphériques de gestion des Entrées/Sorties, mémoire RAM et EEPROM nécessaire pour le stockage des données.
- Un module d'alimentation : qui, à partir d'une tension 220V/50Hz ou dans certains cas de 24V fournit les tensions continues $\pm 5V$, $\pm 12V$ ou $\pm 15V$.
- Un ou plusieurs modules de sorties : « tout ou rien » TOR ou analogiques pour transmettre à la partie opérative les signaux de commande. Il y a des modules qui intègrent en même temps des entrées et des sorties
- Un ou plusieurs modules de communication : comprenant
 - Interfaces série utilisant dans la plupart des cas comme support de communication, les liaisons RS-232 ou RS-422/RS-485.

- Interfaces d'accès à un réseau Ethernet.
- Interface Profibus / Interface de type MPI. [12]

III.3.1 Elaboration d'une stratégie de programmation

Avant de commencer la programmation, on se devait d'élaborer une approche pour déterminer les entrées et les sorties de notre système. Pour ce faire, une analyse fonctionnelle judicieuse de la machine s'impose afin de quantifier nos actionneurs, capteurs...Etc. mais aussi avoir une idée sur les anomalies que représente le système et réfléchir aux premières améliorations à apporter.

En s'appuyant sur le cahier technique de TIA PORTAL, on a pu mettre en place une méthode de programmation qui consiste à départager l'unité en compartiments distincts et chaque compartiment en sous-compartiments (selon le degré de complexité de ce dernier) et cela dans le but de leur assigner des adresses spécifiques, la figure suivante montre les différents compartiments de la machine.

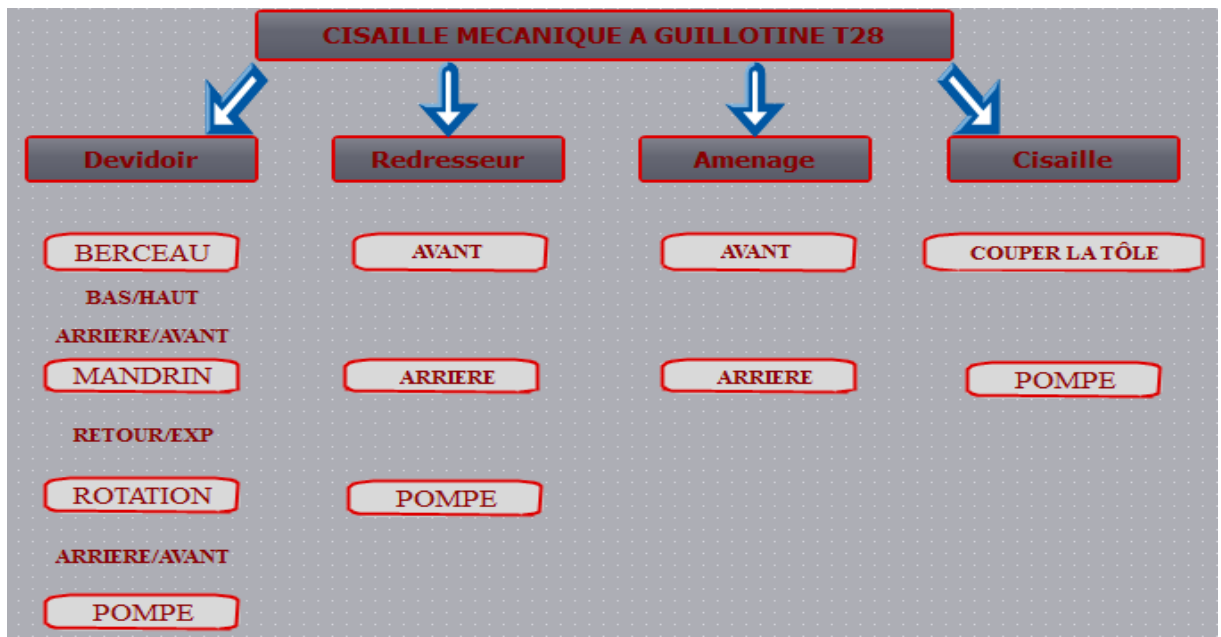


Figure III.1: Les compartiments de la machine T28

III.4 Critère de choix d'un Automate

Pour bien choisir un automate on doit respecter certains critères tels que :

- La capacité de traitement du processeur ;
- Le nombre d'entrées/sorties ;
- La nature des entrées/sorties (numériques, analogiques, booléennes) ;
- La fiabilité ;
- La durée de garantie.
- Les différentes fonctions technologiques (compteur intégré « comptage rapide »,...etc.)

III.5 Présentation de l'automate à utiliser

L'automate utilisé est un API SIEMENS CPU 314 C-2DP, c'est un automate modulaire de moyenne gamme qu'on peut composer selon nos besoins. [13]

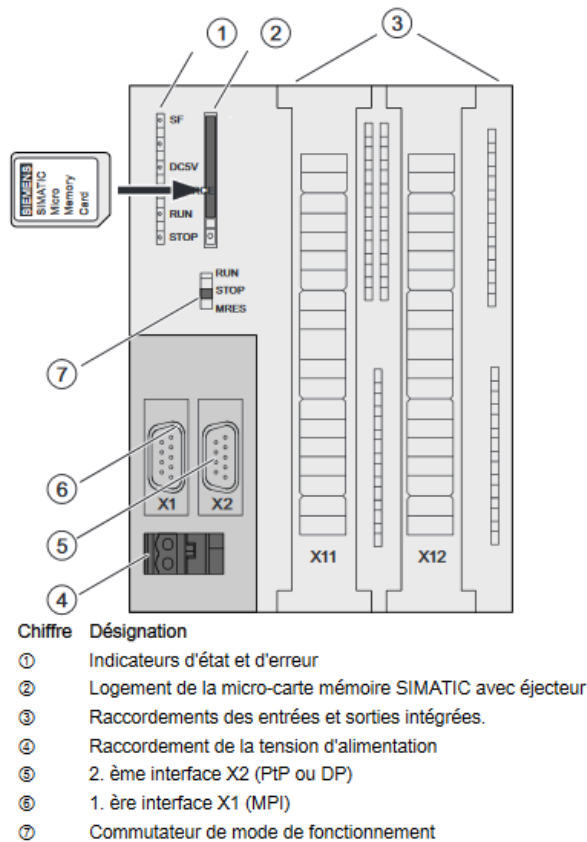


Figure III.2 : Eléments de commande et de signalisation de la CPU 31xC [13]

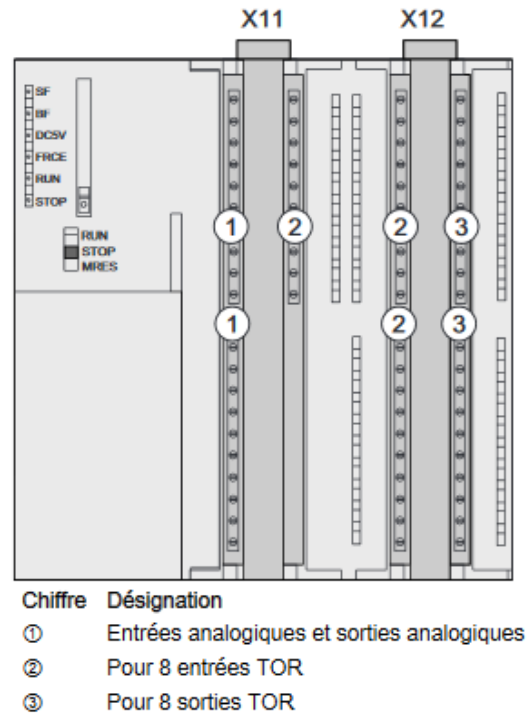


Figure III.3 : Entrées et Sorties numériques et analogues intégrées d'une CPU, les volets avant ouverts. [13]

La CPU314C-2DP est caractérisé par : [13]

- 24 Entrées TOR (tout ou rien)
- 16 Sorties TOR (tout ou rien)
- 4+1 Entrées Analogique
- 2 Sorties Analogique
- Fonctions technologiques (4 Compteurs en positionnement voie 1)

III.5.1 Présentation du logiciel de programmation TIA PORTAL V13

TIA PORTAL est la nouvelle plateforme de développement de l'égérie Siemens, composée de STEP 7 V13 ET WinCC V13, conçus spécialement pour les automates haute gamme S7-1200 et S7-1500 qui ne peuvent être programmés sous le Step 7 Classique ; mais on peut éventuellement utiliser Tia Portal pour les Api S7-300/400.

III.5.2 Vue du portail et vue du projet

Lorsqu'on lance TIA PORTAL, l'environnement de travail se décompose en deux types de vue :

1. Vue Portail

Cette vue est axée sur les tâches à exécuter, chaque portail possède une multitude d'actions qui donnent sur des fenêtres de sélection, la figure III.4 illustre la vue du portail.

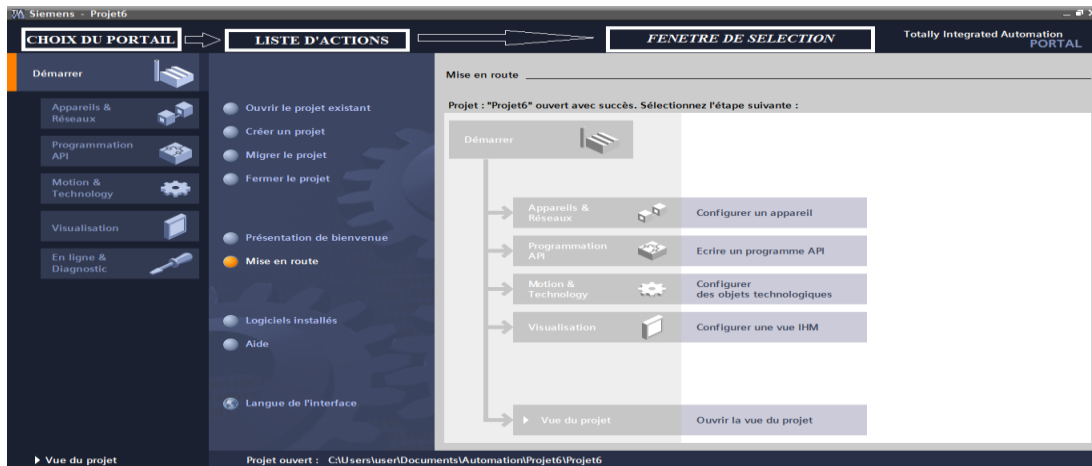


Figure III.4 : Vue du Portail

2. Vue du projet

Cette vue contient tout les éléments nécessaires et une riche bibliothèque pour mener a bien la solution automatisée qu'on souhaite ; la figure ci-dessous représente la vue du projet (5)

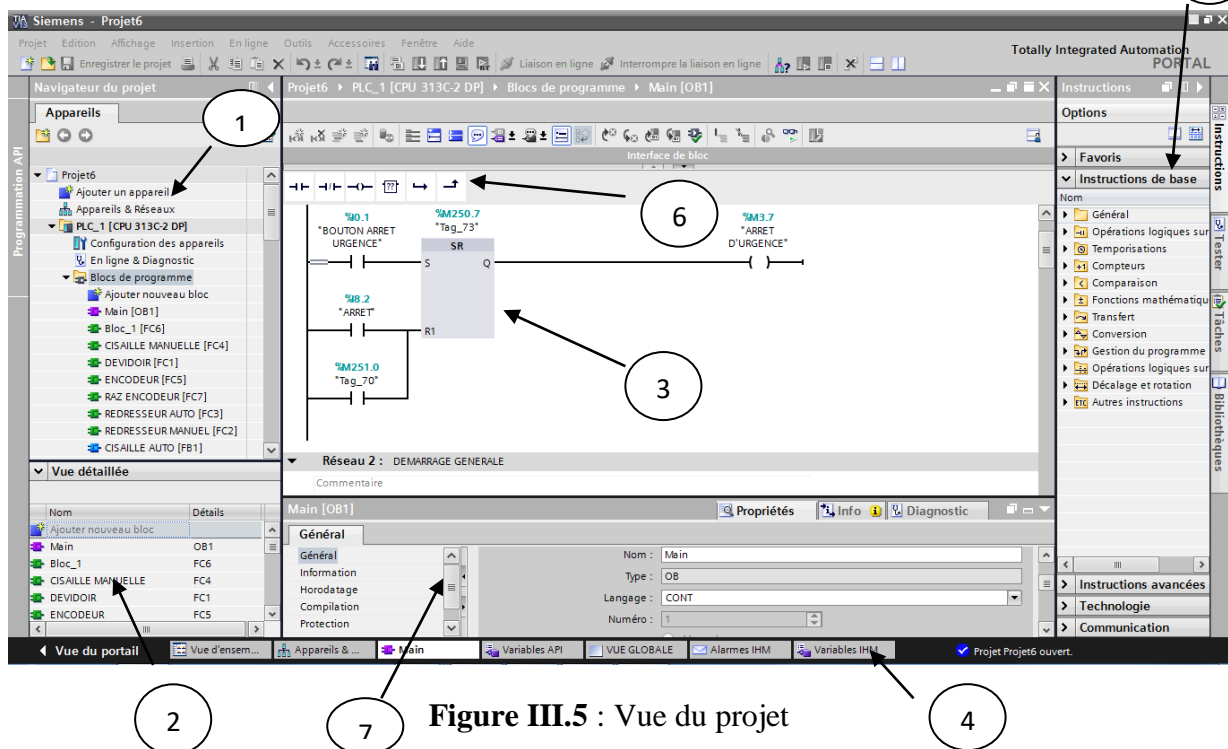


Figure III.5 : Vue du projet

Chiffre	Signification
1	Vue du Projet
2	Vue détaillée de l'objet sélectionné
3	Espace ou fenêtre de travail
4	Barre des tâches
5	Onglets de sélections de tâches
6	Icones des favoris
7	Fenêtre d'inspection

Tableau III.1 : signification des chiffres de la vue projet

On détaille ci-dessous quelques parties importantes de la vue du projet

- La Fenêtre de travail : permet de visualiser les objets sélectionnés dans le projet pour être traités, ça peut être des composants matériels, des blocs de programme, des tables des variables, des interfaces homme machine (IHM)...etc.
- La fenêtre d'inspection : permet de visualiser des informations complémentaires sur un objet sélectionné où sur les actions en cours d'exécution (propriété du matériel sélectionné, message d'erreur lors de la compilation des blocs de programme,...etc.)
- Les onglets de sélection de tâches : ont un contenu qui varie en fonction de l'objet sélectionné (**configuration matérielle** → **bibliothèques des composants, bloc de programme** → **instructions de programmation**), Cet environnement de travail contient énormément de données. Il est possible de masquer ou réduire certaines de ces fenêtres lorsque l'on ne les utilise pas. [14]

PARTIE II : Programmation, Simulation et supervision

III.7. Création d'un projet et configuration de l'espace de travail

Pour créer un projet sur Tia portal, il suffit d'appuyer sur « **Créer un projet** » après avoir lancé le logiciel, une vue s'affiche où on peut donner un nom au projet. Choisir l'emplacement d'enregistrement, mettre des commentaires ou bien définir l'auteur ; on illustre dans la figure ci-dessous la partie création du projet.

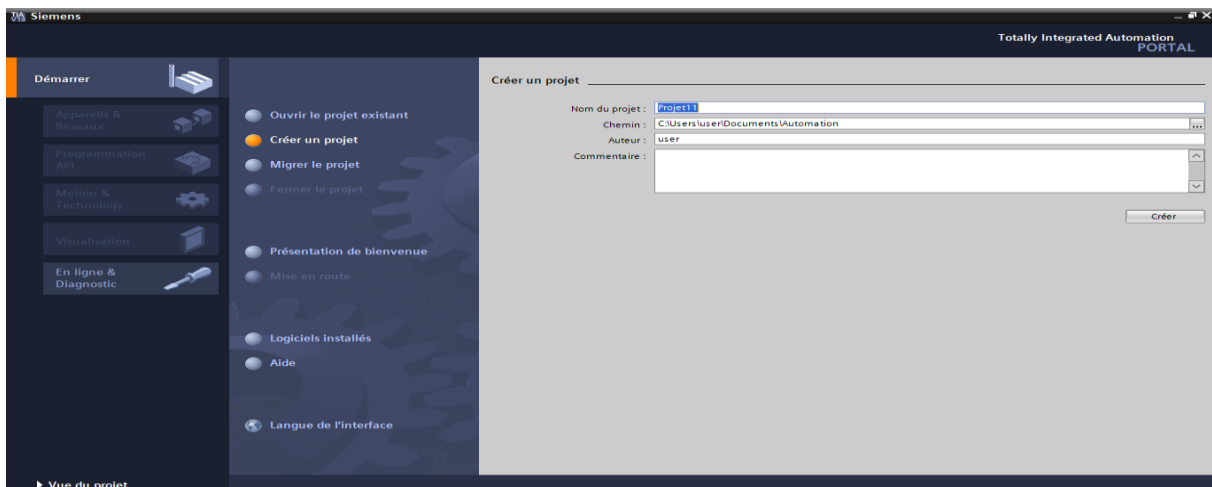


Figure III.6 : Création d'un projet.

Une fois le projet créé on passe à la configuration matériels de la station de travail, pour cela on passe par la **vue du projet** et sélectionne « **ajouter un appareil** », une liste de trois éléments apparait dans le navigateur de projet (**Contrôleur, IHM, Système Pc**), pour commencer on sélectionne le Contrôleur afin de choisir notre CPU et ajouter les modules complémentaires (alimentation, E/S TOR et Analogique, module de communication...etc.), on illustre cette étape avec la figure suivante.

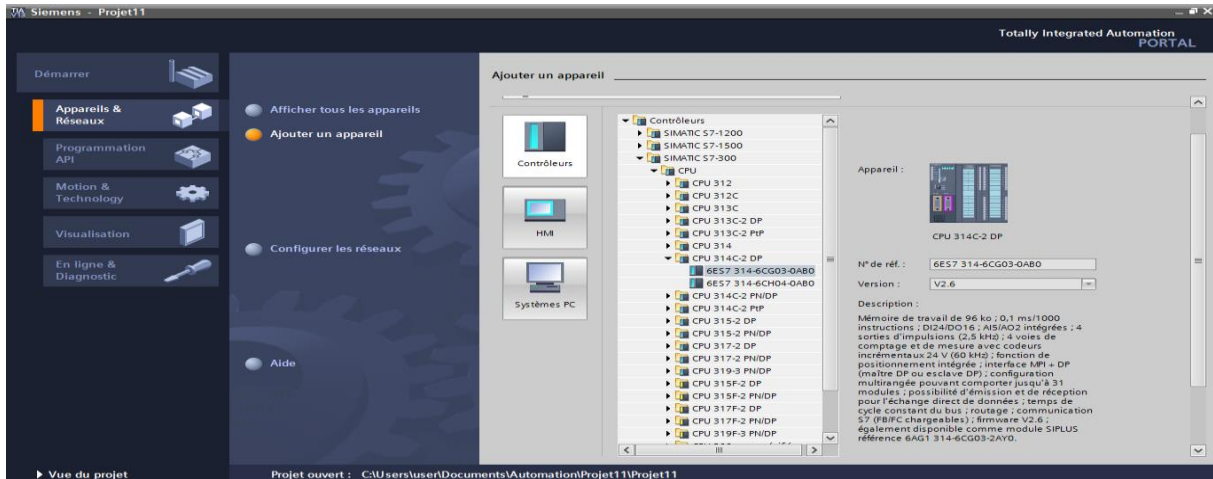


Figure III.7 : Configuration matérielle

III.7.1 Adressage des E/S

Pour connaître l'adressage des entrées et sorties présentes dans la configuration matérielle, il suffit d'aller dans « **appareil et réseau** » dans le navigateur du projet, dans la fenêtre de travail, on doit s'assurer d'être dans l'onglet « **Vue des appareils** », de sélectionner l'appareil voulu, la figure ci-dessous est une représentation des adressages des Entrées / Sorties

On sélectionne la CPU, dans Général on clique sur « **Vue d'ensemble des adresses** » et les adresses apparaissent.

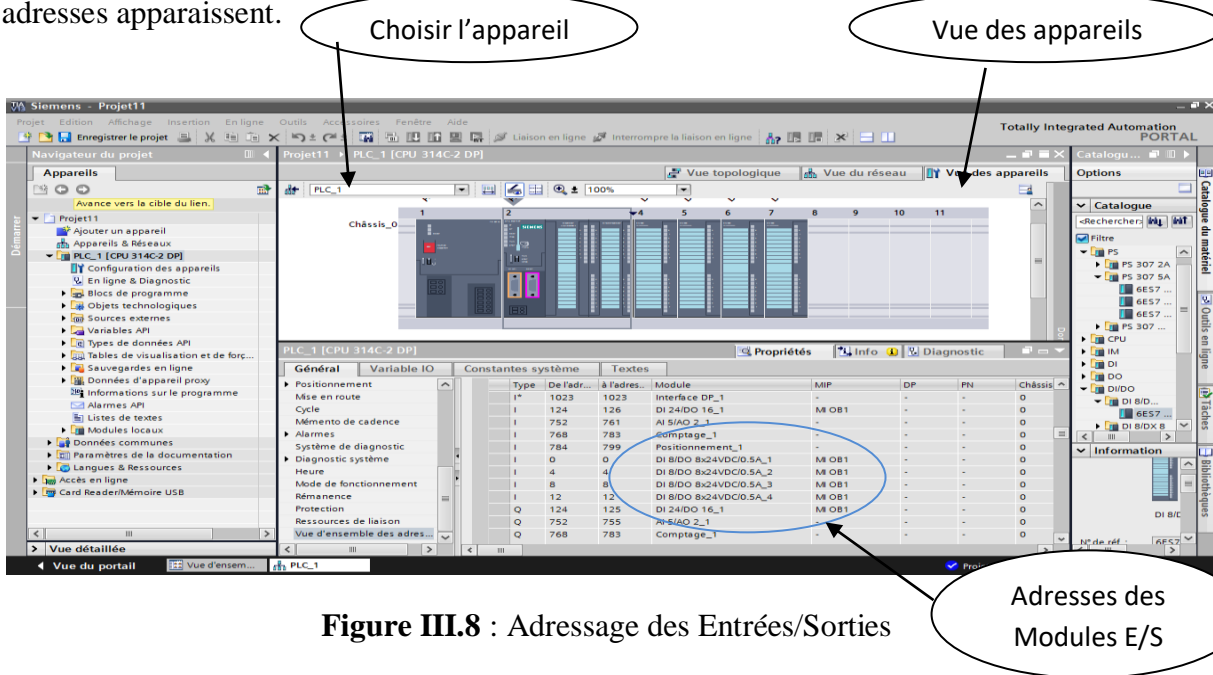


Figure III.8 : Adressage des Entrées/Sorties

III.7.2 Compilation et chargement de la configuration matérielle

Une fois la configuration matérielle réalisée, il faut la compiler et la charger dans l'automate, la compilation se fait à l'aide de l'icône « **compiler** » de la barre de tâches. On sélectionne l'API dans le projet puis cliquer sur l'icône « **compiler** ».

En utilisant cette manière, on effectue une compilation matérielle et logicielle. La figure ci-dessous représente l'étape de compilation et chargement de la configuration matérielle

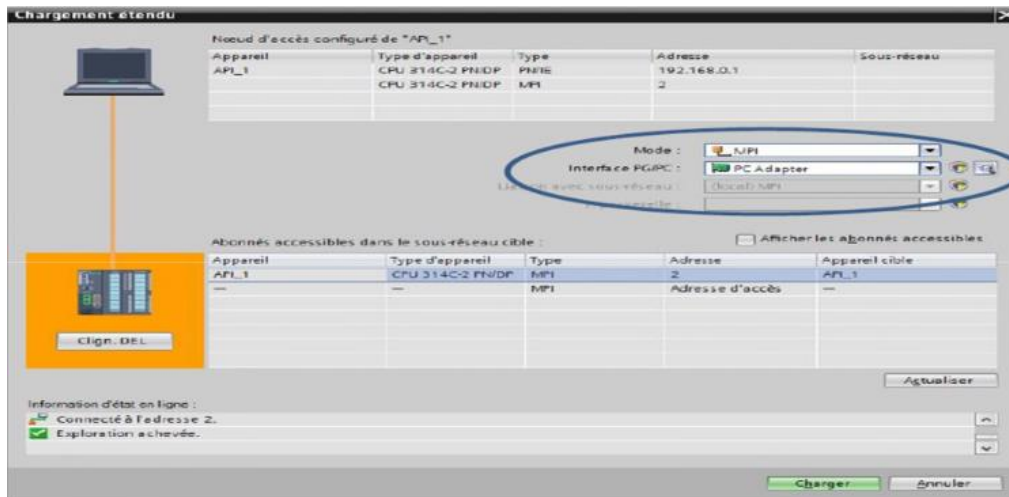


Figure III.9 : étape de compilation de la configuration matérielle et du programme

Dans le mode de connexion dans notre cas on a opté pour le MPI, et une interface de communication PC Adapter pour communiquer avec l'automate.

On clic sur « charger » et une vue comme celle-ci s'affiche figure III.10

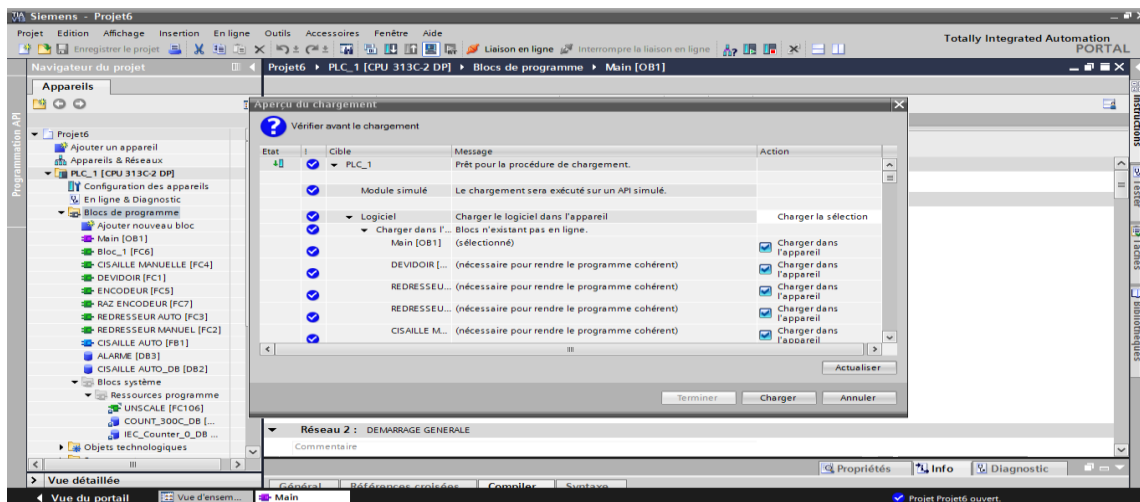


Figure III.10 : étape de chargement de la configuration matérielle et du programme

Dans cette fenêtre des erreurs de programmation ou de configuration s'affichent, le programme ne peut se charger si une erreur apparaît.

III.7.3 Création du tableau des variables API

La table des variables API nous permet de définir la liste des variables des entrées et sorties utilisée dans le programme ainsi que leurs adresses, mais aussi les fins de courses, les mémoires, les défauts, ouverture et fermeture des vannes...etc.

Remarque : pour une meilleur organisation on peut créer plusieurs tables de variables (exp : table de variables des entrées, table de variable des sorties...etc.)

La figure III.11 suivante illustre notre table de variables (La table de variables en détail « Voir Annexe 1 »).

Nom	Table de variables	Type de données	Adresse	Réma...	Visibi...	Acces...	Commenta
101	mode de fonctionnement	Table de variables s.. Byte	%MB80		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
102	ARRET MODE AUTO	Table de variables s.. Bool	%M81.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
103	MARCHE IHM(1)	Table de variables s.. Bool	%M81.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
104	Tag_42	Table de variables s.. Dint	%MD55		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
105	Tag_45	Table de variables s.. Bool	%M90.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
106	Tag_46	Table de variables s.. Word	%MM90		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
107	Tag_47	Table de variables s.. DWord	%MD230		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
108	Tag_48	Table de variables s.. Bool	%M9.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
109	CURCUR	Table de variables s.. Int	%MW36		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
110	CONSIGNE mm	Table de variables s.. Real	%MD44		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
111	changement vitesse	Table de variables s.. Real	%MD68		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
112	RAZZZ	Table de variables s.. Bool	%M72.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
113	pv ihm	Table de variables s.. Bool	%M72.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
114	Tag_49	Table de variables s.. Bool	%M72.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
115	arr cisaille ihm	Table de variables s.. Bool	%M72.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
116	marche red ihm	Table de variables s.. Bool	%M72.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
117	arr red ihm	Table de variables s.. Bool	%M72.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
118	marche dev ihm	Table de variables s.. Bool	%M72.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
119	arr dev ihm	Table de variables s.. Bool	%M72.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
120	marche cisaille ihm	Table de variables s.. Bool	%M73.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
121	berceau avant ihm	Table de variables s.. Bool	%M73.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
122	berceau arriere ihm	Table de variables s.. Bool	%M73.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
123	monter ihm	Table de variables s.. Bool	%M73.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
124	descente ihm	Table de variables s.. Bool	%M73.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figure III.11 : Exemple de Table des variables API

III.8 Ajout des blocs

Après avoir effectué la configuration de l'interface PLC / PC-Système, on passe à l'ajout des blocs nécessaires qui constitueront notre système, l'ajout des blocs se fait comme suit :

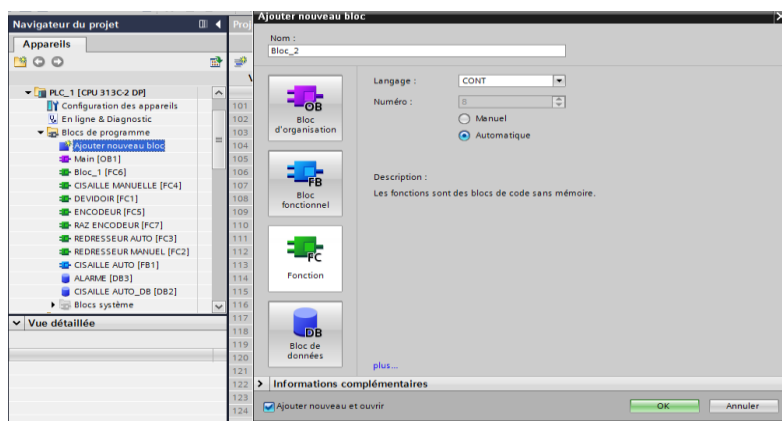


Figure III.12 : création d'un bloc

Il existe 4 différents blocs, et la figure III.13 met en avance la hiérarchie des blocs utilisés dans notre étude :

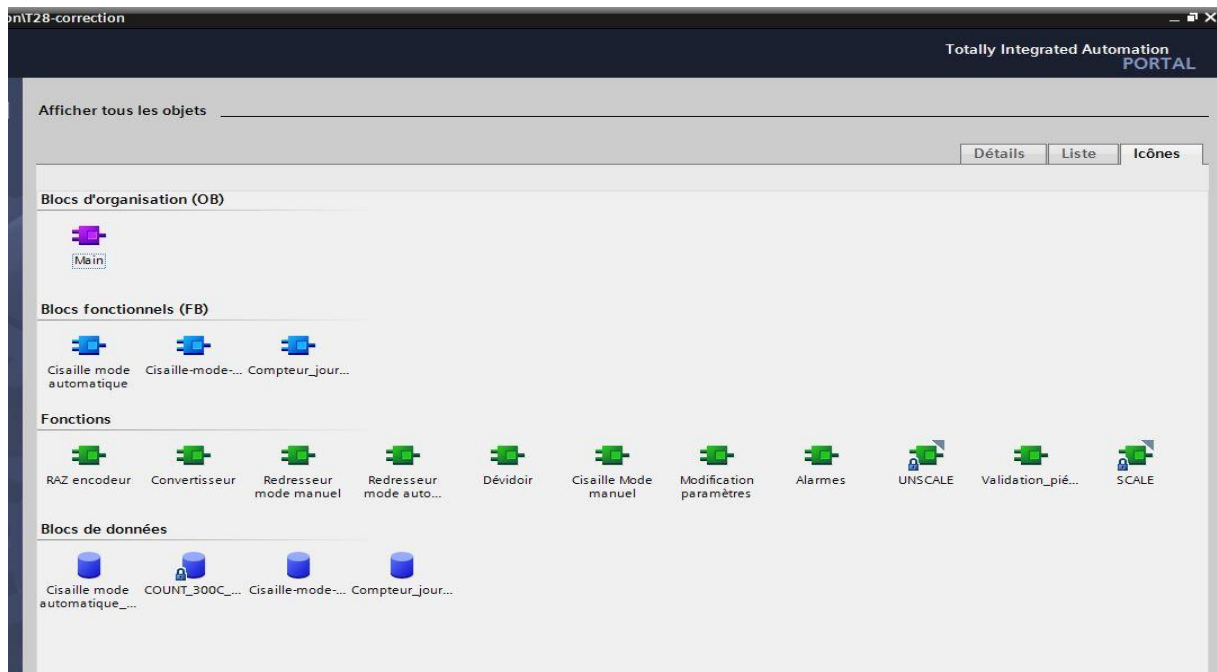


Figure III.13 : les différents blocs utilisés

- **Bloc d'organisation**

Les blocs d'organisation (OB) commandent le traitement du programme, Il est possible par l'intermédiaire des OB de réagir aux événements cycliques, temporisés ou déclenchés par alarme durant l'exécution du programme

- **Bloc fonctionnel**

Les blocs fonctionnels sont des blocs de code qui sauvegardent en permanence leurs valeurs dans des blocs de données d'instance afin qu'il soit possible d'y accéder même après le traitement du bloc.

- **Fonction**

Les fonctions sont des blocs de code sans mémoire.

- **Bloc de données**

Les blocs de données (DB) servent à sauvegarder les données du programme.

III.8.1 Enumération de la fonction compteur (comptage rapide)

On peut trouver cette fonction dans **l'onglet de sélection de tâches**, en cliquant sur **technologie** puis **fonctions 300C**, figure III.14

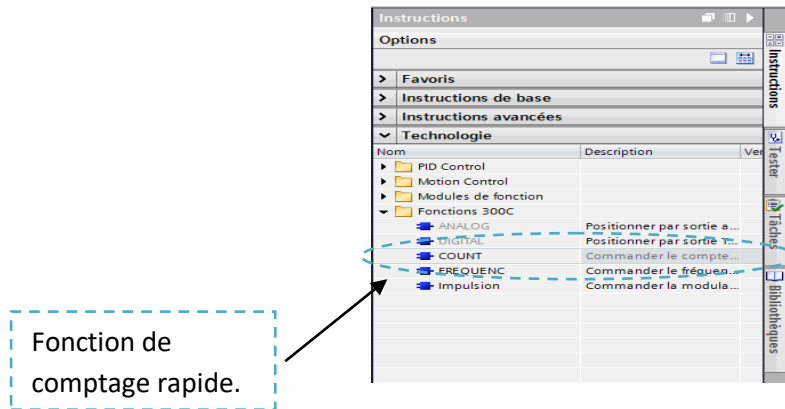


Figure III.14 : Sélection de la fonction COUNT

Le compteur rapide est utilisé dans le programme utilisateur (encodeur) afin de calculer la longueur de tôle qu'on souhaite découper, pour ce faire on indique le numéro de la **VOIE** préalablement choisie dans la configuration matérielle dans le paramètre **CHANNEL** puis on alimente le compteur et enfin on excite l'entrée **SW_GATE** le compteur reçoit des impulsions sur le paramètre **COUNTVAL** en double entier qu'on convertira à un nombre réel en utilisant un convertisseur afin d'exploiter cette donnée (les détails sur le fonctionnement de l'encodeur sont déjà cités dans le chapitre I), la figure III.15 montre cette fonction. On énumère certains paramètres importants de cette fonction dans le tableau III.2.

Paramètre	Déclaration	Types de données	Valeurs possibles	Valeurs par défaut	Description
CHANNEL	Input	Intègre	0 à 3 (voies)	0	Numéro de voie
SW_GATE	Input	Booléen	True/false	False	Validation logique pour démarrage/arrêt du compteur
COUNTVAL	Output	Double intègre	-2^{31} à $2^{31} - 1$	0	Valeur de comptage en cours
JOB_ERR	Output	Booléen	True/false	False	Tâche erronée
JOB_STAT	Output	Mot	0 à W#16#FFFF	False	Numéro d'erreur de tâche

Tableau III.2 : Paramètres importants de la fonction de comptage. [14]

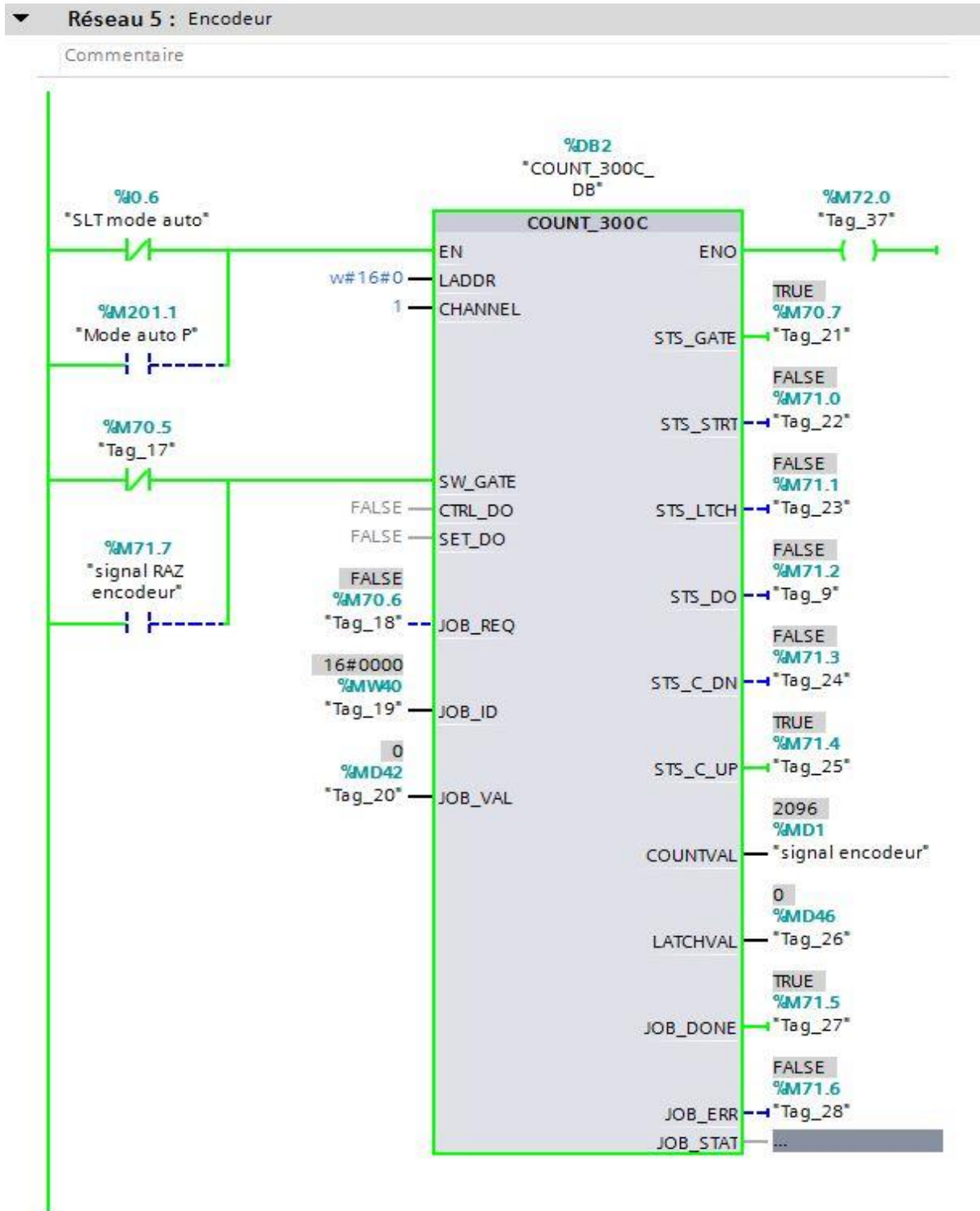


Figure III.15 : fonction du comptage rapide COUNT_300C

La fonction COUNT commence le comptage (COUNTVAL), lorsque l'entrée SW_GATE reçoit une impulsion, une fois la consigne de mesure atteinte par l'encodeur il doit être remis à zéro automatiquement afin d'entamer une nouvelle mesure.

Cette remise à zéro est effectuée de la façon suivante :

Quand la mesure atteint la consigne, le contacte M70.5 s'ouvre ce qui fait que la fonction COUNT ne reçoit plus d'impulsion (validation logicielle fausse), en même temps une temporisation retarde de 500 ms la fermeture du contacte M71.7 qui réactivera la fonction COUNT (Validation logicielle vraie) la mesure reprend et le contacte M70.5 se ferme.

La fonction de la remise à zéro de l'encodeur est sur la figure III.16.

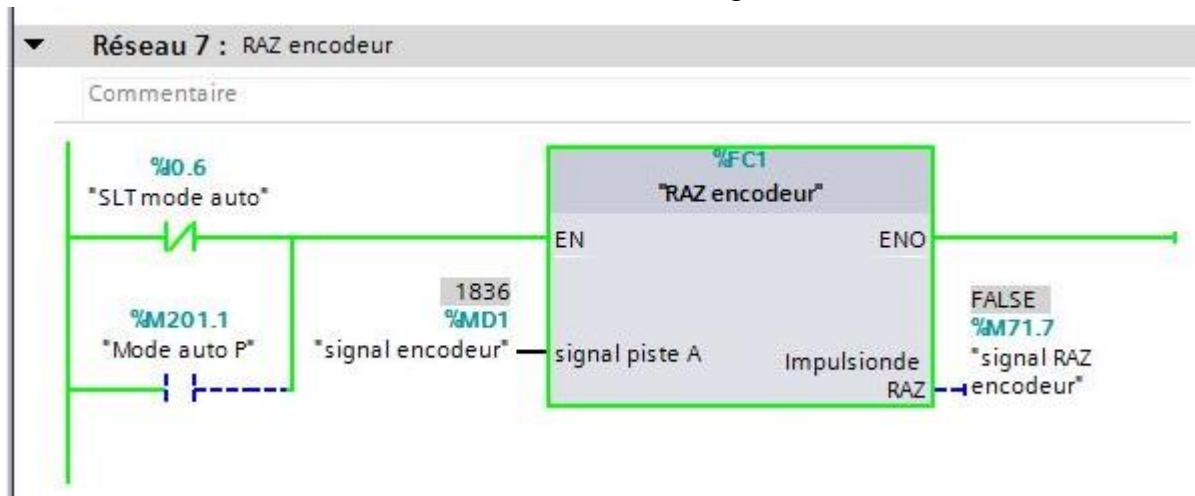


Figure III.16 : fonction de la remise a zéro de la fonction COUNT

III.8.2 Compilation et simulation du programme

- **Simulateur PLCSIM**

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester le programme par simulation sur ordinateur ou une console de programmation.

La simulation étant complètement réalisée sur le logiciel TIA PORTAL, il n'est donc pas nécessaire d'avoir des composants matériels (CPU ou module de signaux). Ce simulateur nous permet de cerner d'éventuelles erreurs et les corriger.

S7-PLCSIM dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (comme, par exemple, d'activer ou de désactiver des entrées), tout en exécutant le programme dans la simulation.

La figure suivante est une partie du simulateur utilisé dans notre application. [14]

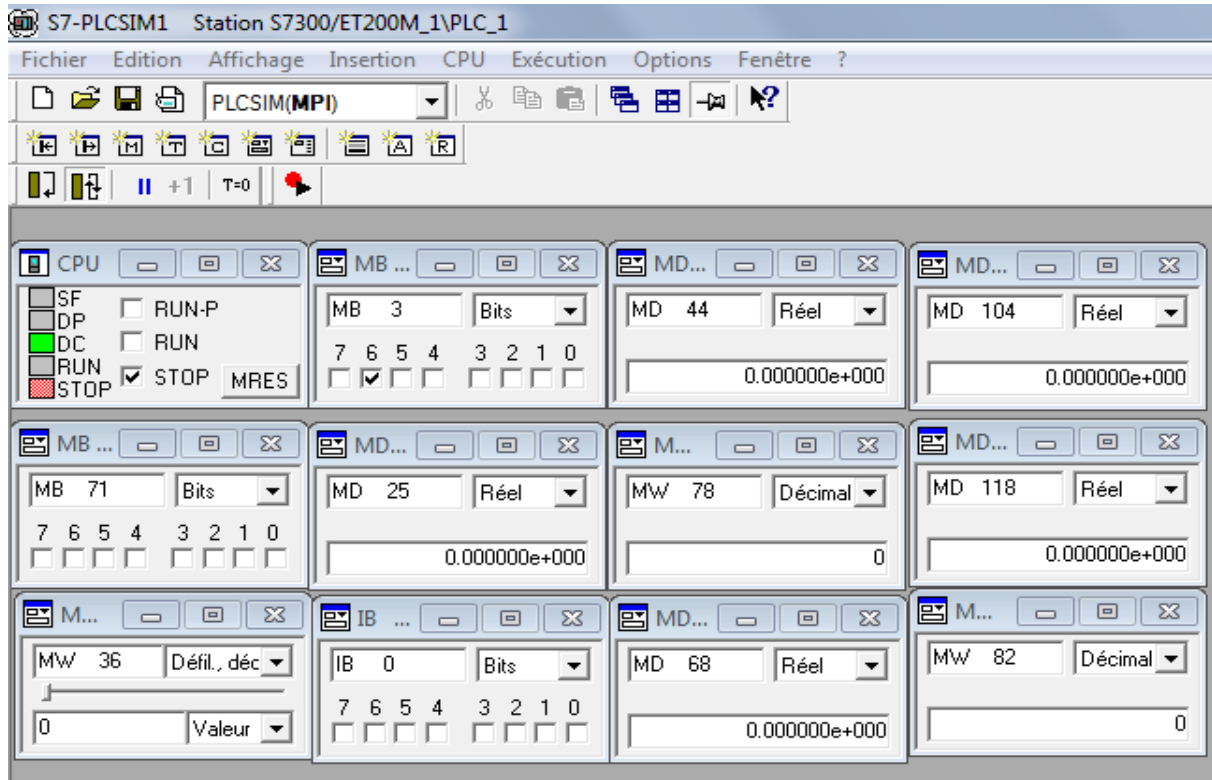


Figure III.17 : exemple de simulateur PLCSIM

III.9 Introduction au WinCC V13

La supervision est une technique industrielle qui sert à représenter le processus, surveiller, commander, contrôler et diagnostiquer l'état de fonctionnement d'un procédé automatisé dans le but d'obtenir son fonctionnement optimal. Ce système assure aussi un rôle de gestionnaire d'alarmes, d'archivage pour la maintenance, le traçage des courbes pour l'enregistrement de l'historique de défauts et le suivi de production.

Il existe deux types de supervisions (IHM, Système Pc)

Pour notre projet on a opté pour le Système Pc, en effet le système Pc possède plusieurs avantages tels que la simplicité dans la programmation et son grand écran.

Le Système Pc utilise un module de communication de type Profibus afin de communiquer avec l'automate

III.10 Création d'une station Pc pour la supervision

Pour créer une station Pc on clic sur « Ajouter un appareil » puis sur la troisième icône « Système PC » on choisi « application SIMATIC HMI » puis le « WinCC RT Advanced »

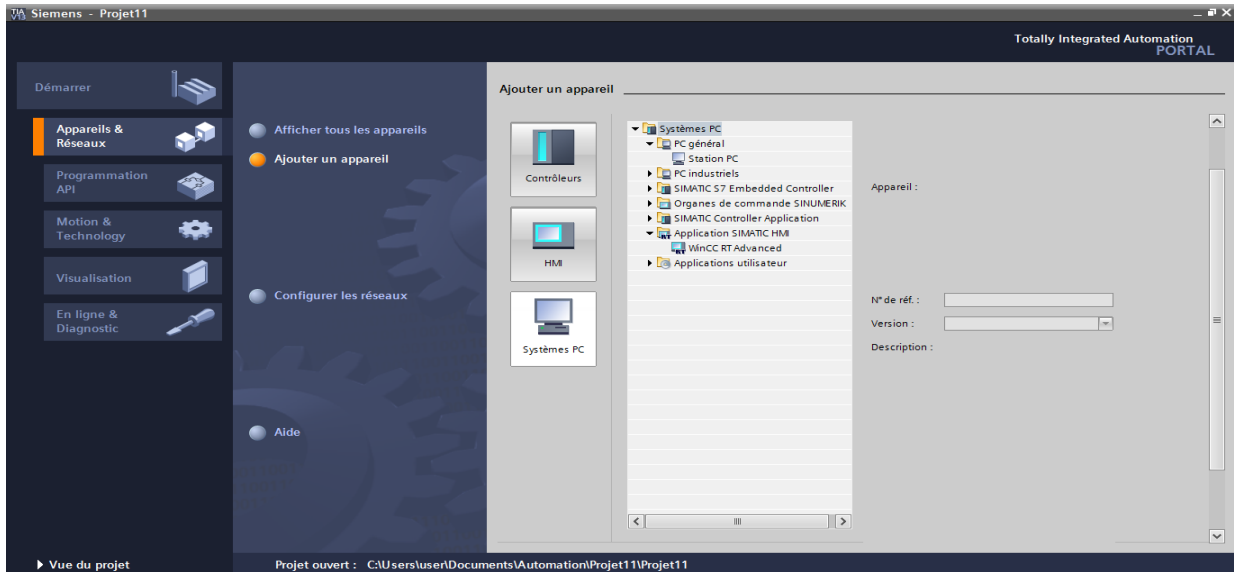


Figure III.18 : Création d'un Système PC



Figure III.19 : Système de supervision (Système Pc)

La figure III.19 représente notre système d'automatisation (PLC-Système Pc)

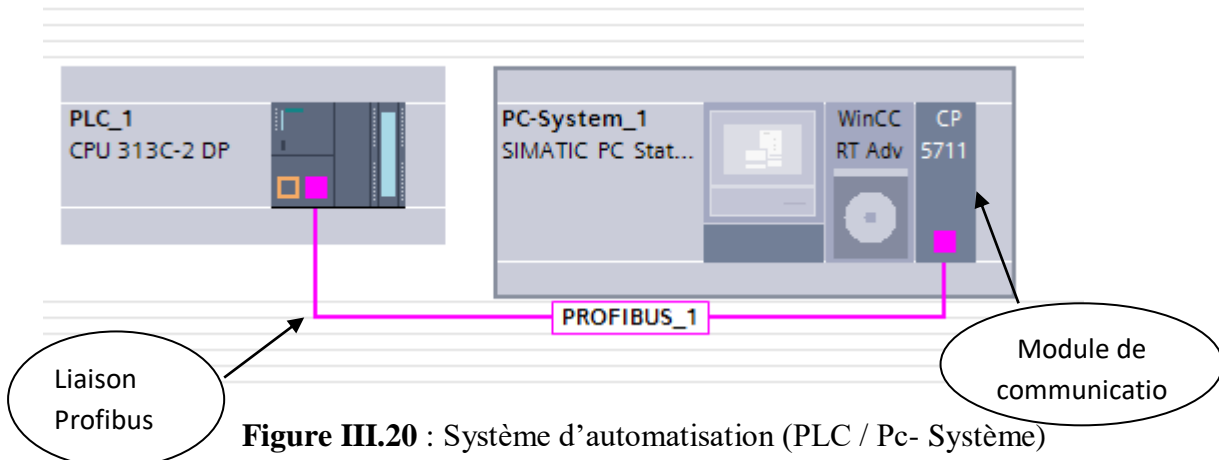


Figure III.20 : Système d'automatisation (PLC / Pc- Système)

III.10.1 Création des vues

L'interface TIA PORTAL V13 nous permet de créer des vues dans le but de contrôler et de commander notre installation. Lors de la création des vues, on dispose d'objets prédéfinis permettant d'afficher des procédures et de définir des valeurs du process.

III.10.2 Planification des vues

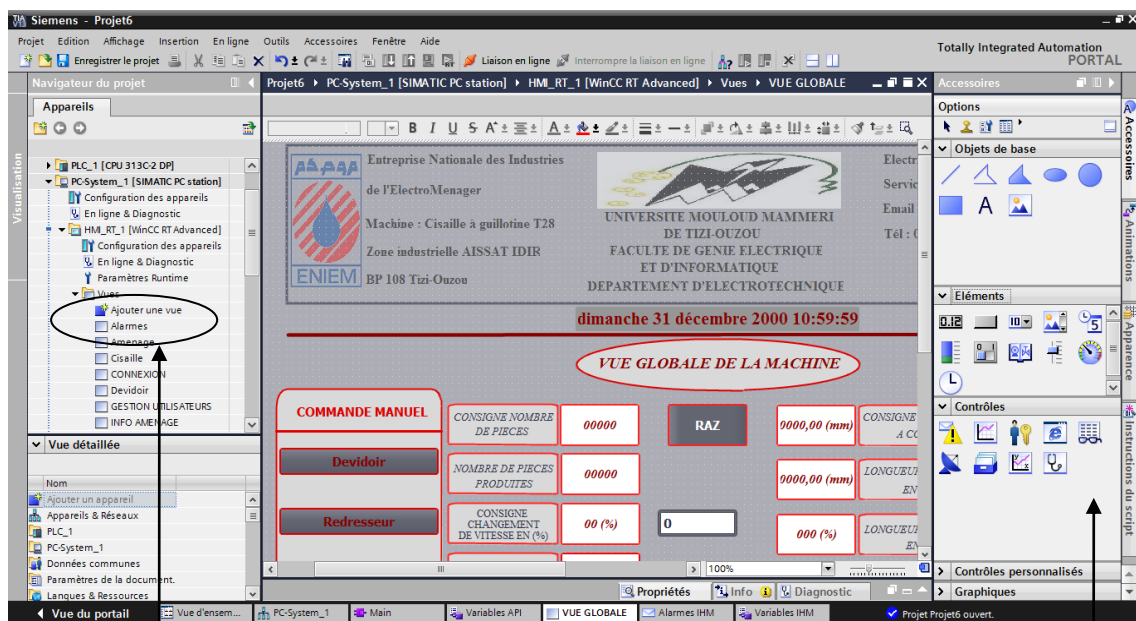
Avant d'entamer le travail de la supervision, on doit structurer notre travail de la façon suivante :

- Nombre de vues
- Hiérarchiser les vues (vue initiale)
- Adapter la vue modèle
- Planifier la navigation entre les vues
- Créer les différentes vues

III.10.3 Constitution d'une vue

Une vue peut être constituée d'éléments statiques comme les textes ou dynamiques qui varient en fonction du processus étudié.

Une vue est un ensemble d'éléments graphiques et d'éléments prédéfinis, la fenêtre « **outils** » contient des éléments fréquemment utilisés dans les vues du process, pour créer une vue on clic sur « **IHM_RT** » puis sur « **Vue** » et enfin « **Ajouter une vue** » la figure suivante illustre cette démarche.



Ajouter une vue

Figure III.21 : Création d'une vue

Objet de base fréquemment utilisé

III.10.4 Créé une table de variables IHM

Les variables IHM assurent la communication entre l'automate et la machine, cette table est créée après avoir créé une vue, pour cela on clique sur **IHM_RT** puis **Variable HMI**, Pour d'avantage de détail sur cette table des variables « Voir Annexe 1 »

Nom	Type de données	Connexion	Nom API	Variable API
alarme berceau avant	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	"alarme ber
ALLUMAGE GENERAL	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	"ALLUMAGE
amenage arr ihm	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	"amenage a
AMENAGE ARRIERE	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	"AMENAGE /
AMENAGE AVANT	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	"amenage a
amenage avant ihm	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	"amenage a
arr cisaille ihm	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	"arr cisaille
arr dev ihm	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	"arr dev ihm
arr red ihm	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	"arr red ihm
ARRET	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	ARRET
berceau arriere ihm	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	"berceau ar
berceau avant ihm	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	"berceau av
changement vitesse	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"changeme
CONSIGNE imm	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"CONSIGNE
COUPE IHM	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	"COUPE IHM
CURCUR	Int	HM_Liaison_1	PLC_1	CURCUR
descente ihm	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	"descente il
EV coupe	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	"EV coupe"
EV1	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	EV1
EV2	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	EV2
EV3	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	EV3
EV4	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	EV4
EV8	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	EV8

Figure III.22 : Table des variables IHM

III.11 Enumération des principales vues de notre supervision

1. Vue d'accueil

C'est la première vue, on trouve le schéma général 3D de la machine avec les principaux composants et elle donne accès à la vue générale.



Figure III.23 : Vue d'accueil de notre interface de supervision

2. Vue générale

C'est une vue qui englobe tout le système, qui précise le mode de fonctionnement de la machine et de chaque compartiment (manuel, automatique) ainsi les différents détails (nombre de pièces, vitesse, les consignes, ...etc.)

Comme on trouve toutes les autres vues (paramètres, recette, alarme, information système...etc.)

A partir de cette vue on pourra naviguer dans toutes les autres vues, à noter que certaines vues nécessitent un accès protégé (Session privée)

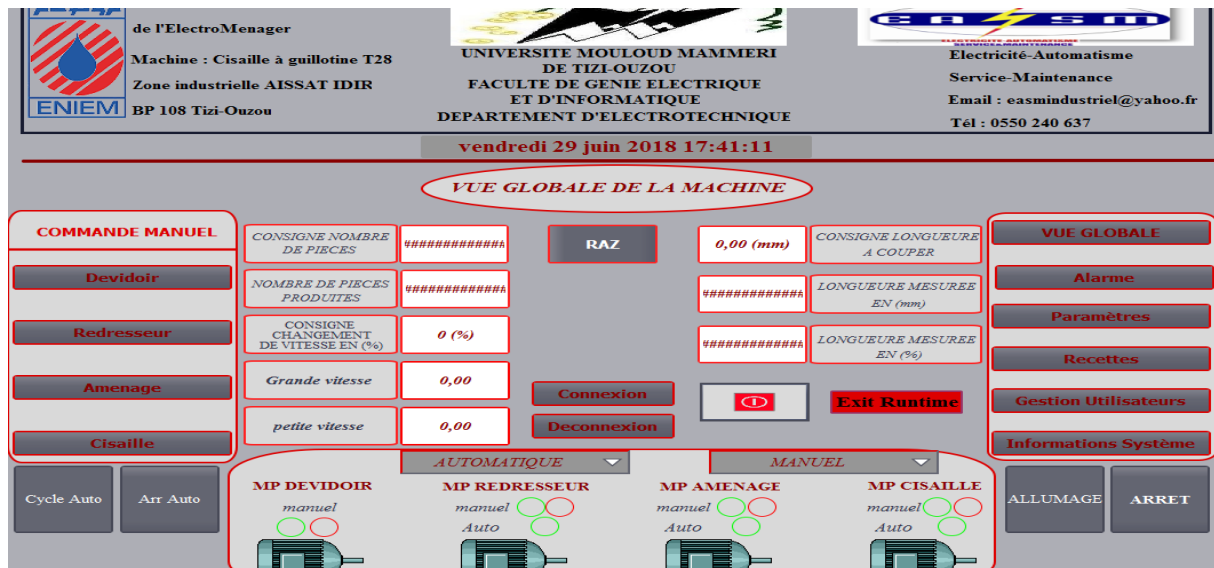


Figure III.24 : Vue Globale de la machine

3. Vue Gestion d'utilisateurs

C'est une vue où les utilisateurs de la machine sont définis dans des groupes d'utilisateurs avec un **Nom D'utilisateur** et un **Mot de passe**, les utilisateurs auront un accès limité selon la tâche qui leur correspond

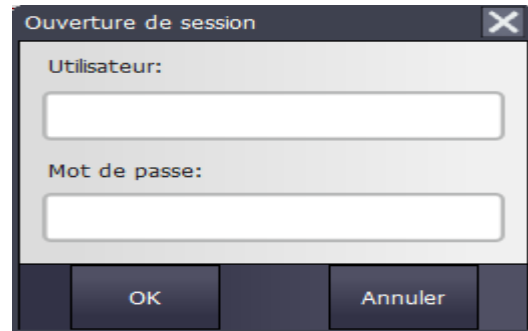
On trouve trois types de groupes d'utilisateurs :

- **Groupe de commande** (Accès à toute la machine)
- **Groupe d'administrateur** (Accès à toute la machine sauf la gestion des utilisateurs)
- **Groupe d'utilisateur** (Accès à la commande manuelle et automatique)

Remarque : On ouvre une session en cliquant sur **CONNEXION** et en introduisant son propre **Nom D'utilisateur** et le **Mot de Passe**

Utilis...	Mot de passe	Groupe	Temps dé...
admin	*****	Groupe ...	5
chef	*****	Groupe s...	5
PLC U...	*****	non auto...	5
user	*****	Groupe ...	5

Figure III.25 : Gestion des Utilisateurs



Dialog box titled "Ouverture de session" with a close button (X) in the top right corner. It contains two input fields: "Utilisateur:" and "Mot de passe:". Below the fields are two buttons: "OK" and "Annuler".

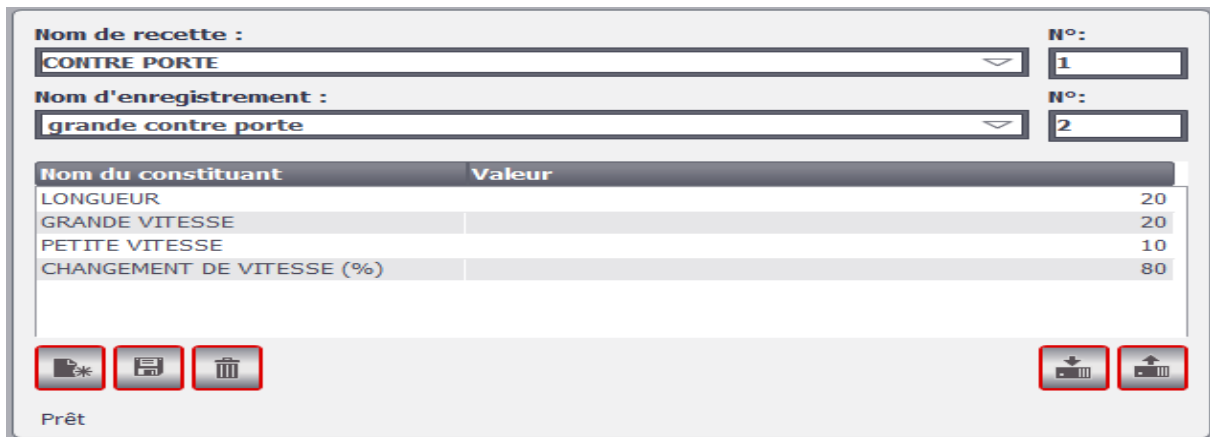
Figure III.26 : Ouverture d'une session

4. Vue recette

C'est une vue dont l'accès est aussi sécurisé, on trouve les différentes recettes de production, on trouve dans chaque recette :

- **Longueur de Coupe**
- **Vitesse de défilement de la tôle (grande et petite vitesse)**
- **Consigne changement de vitesse**

En passant par la vue recette et en choisissant une recette déjà existante, l'utilisateur n'aura pas besoin de paramétrer la machine car il se fait automatiquement.



Interface de la vue recette. Elle contient :

- Un champ "Nom de recette :" avec un menu déroulant contenant "CONTRE PORTE".
- Un champ "N°:" avec la valeur "1".
- Un champ "Nom d'enregistrement :" avec un menu déroulant contenant "grande contre porte".
- Un champ "N°:" avec la valeur "2".
- Un tableau "Nom du constituant" / "Valeur" :

Nom du constituant	Valeur
LONGUEUR	20
GRANDE VITESSE	20
PETITE VITESSE	10
CHANGEMENT DE VITESSE (%)	80

En bas à gauche, il y a des boutons pour l'impression, l'enregistrement et la suppression. En bas à droite, il y a des boutons pour le téléchargement et le téléchargement inverse. Le statut "Prêt" est affiché en bas à gauche.

Figure III.27 : Exemple d'une vue recette

5. Vue Alarme

Le pupitre opérateur déclenche une alarme lorsqu'un certain bit est mis à 1 dans l'automate.

Il est possible de rendre l'acquiescement des alarmes TOR signalant des états critiques ou dangereux obligatoire, afin de garantir que la personne qui commande l'installation en a bien pris connaissance.

L'opérateur dispose des moyens suivants pour acquiescer les alarmes :

- **Acquiescement dans la fenêtre d'alarmes**
- **Acquiescement dans la vue des alarmes**

La classe d'alarme choisie est la classe "Erreur", les alarmes de cette classe doivent être acquittées, le paramétrage de la classe des alarmes et leurs animations sont comme suit :

- Lorsque la condition de déclenchement d'une alarme est vraie, un triangle de signalisation apparait sur la vue principale et le tableau d'alarme s'affiche.
- Lorsque l'opérateur a acquitté l'alarme le triangle disparaît.

No.	Heure	Date	Etat	Texte	Acquitter le groupe
6	10:58:10	27/06/2018	A	TOLE TENDUE PHOTOCELLULE 1 HORS SERVICE	0
4	10:57:39	27/06/2018	A	CUMUL DE TOLE PHOTOCELLULE 2 DEFAILLANTE	0
3	10:52:18	27/06/2018	AD	ATTENTION LE REDRESSEUR MANUEL EST EN MARCHÉ ARRIERE	0
2	10:51:51	27/06/2018	AD	PROBLEME DETECTER DANS L'ELECTROVANNE 5 DE DISTRIBUTION	0
8	10:49:56	27/06/2018	A	LONGUEUR DE LA PIECE COUPER SUP2RIEURE A LA CONSIGNE	0
7	10:49:44	27/06/2018	A	COMPTAGE DE PIECE ATTEINT ARRET DE PRODUCTION	0

Figure III.28 : Vue des Alarmes

	« Loop-In-Alarm » en choisissant une alarme et en cliquant sur ce bouton il nous renvoi directement à la vue ou se trouve l'alarme.
	« Acquittement » sert à effacer les alarmes déjà corrigée par l'opérateur.
	Désigne le nombre d'alarmes non acquittée entre autres non corrigées.
ETAT « AD »	L'état AD signifie que l'alarme a été corrigée dans le programme et en attente d'acquittement.
ETAT « A »	L'état A signifie que l'alarme n'a pas été corrigée dans le programme et elle ne peut être acquittée.

Tableau III.3 : tableau explicatif de la vue des alarmes. [14]

III.12 Compilation et simulation de la supervision (PC-Systeme)

- **Runtime**

Une fois l'interface homme-Machine est prête pour l'exploitation, on lance la simulation afin de corriger les éventuelles erreurs et cela se fait en lançant le RUNTIME, La simulation complète et détaillée du programme avec supervision est dans l'Annexe 2.

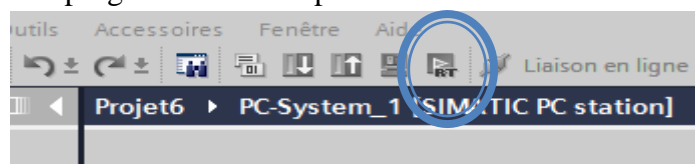


Figure III.29 : Lancement de la supervision

III.13 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons traité la partie programmation et supervision de la T28.

Dans un premier temps, nous avons présenté le logiciel de programmation TIA PORTAL et les étapes à suivre pour créer un projet et mener à bien un programme ainsi que sa supervision.

Dans un second temps, on a donné un aperçu des différents blocs de contact employés dans le programme ainsi que les fonctions technologiques telles que la fonction de comptage rapide « COUNT_300C ».

Pour la supervision, on a opté pour le PC-Système pour contrôler l'unité via une connexion Profibus, une bonne compréhension du fonctionnement et du langage de programmation est nécessaire pour une supervision optimale.

On a clôturé ce chapitre avec le chargement, compilation et supervision du programme et l'IHM qu'on a pris soin de détailler dans les Annexes (Voir annexes 1,2 et).

CHAPITRE IV

IV.1. Introduction

L'ensemble des systèmes automatisés de production sont pilotés par des Armoires électriques dites de commande. Dans ce présent chapitre nous allons aborder des questions relatives à la conception d'une armoire électrique, tel que les méthodes de calculs et de dimensionnement, le choix de l'appareillage et l'ensemble des facteurs dont il faut tenir compte.

IV.2. Définition

Une armoire électrique est un mobilier destiné à abriter l'ensemble des organes et appareils électriques nécessaires au bon fonctionnement d'une installation électrique. Selon son rôle, on distingue plusieurs types d'armoires électriques

- **TGTB : tableau général basse tension**

Ce type d'armoire est placée directement en aval du transformateur HTA/BT son rôle est d'alimenter des tableaux secondaires. Elle est composée essentiellement de jeux de barres et de disjoncteurs

- **Armoire de compensation**

Comme son nom l'indique, le rôle de cette armoire est la compensation de l'énergie réactive dans une installation électrique, par conséquent l'amélioration du facteur de puissance

Elle comporte des condensateurs, une centrale de mesure et des régulateurs

- **Armoire de commande**

Les Armoires de commande sont destinées à commander un système automatisé, sa complexité dépend du système, on y retrouve des dispositifs de protection et de commande.

IV.3. Constitution d'une Armoire électrique de commande

Une Armoire électrique est le résultat de l'assemblage de plusieurs éléments tels que :

- **L'enveloppe**

Elle représente le revêtement extérieur de l'armoire électrique, son rôle est d'isoler les composants de l'armoire de l'environnement extérieur par conséquent elle permet [8] :

- La protection de l'appareillage des agressions de l'environnement extérieur
- La protection des personnes contre l'accès direct aux parties sous tensions
- La protection des personnes contre l'accès indirect aux parties sous tensions

Une enveloppe est caractérisée par ses dimensions : longueur, largeur et profondeur (L*I*P), mais également par un indice de protection IPXX, pour le premier indice à gauche il exprime le degré de protection contre les corps solides sans doute que le chiffre à droite exprime le degré de protection contre les liquides. Par ailleurs la protection contre les impacts mécaniques est exprimée par l'indice IK. [8]

- **Le châssis**

C'est l'élément qui permet la fixation de la platine sur l'armoire, il s'agit de barres en acier souvent perforées pour permettre la fixation avec des vis, elles sont placées verticalement sur les côtés de l'armoire

- **La platine**

C'est une plaque en acier avec les dimensions adaptées à l'enveloppe, elle est directement fixée au châssis avec des vices. Une fois placée, la platine fait office de support de fixation pour les rails.

Il existe deux types de platines à savoir les platines pleines et platine perforées

- **Les rails**

Ce sont des barres placées horizontalement ou verticalement sur la platine, selon leur nature, universel ou DIN. elles permettront de fixer l'appareillage et les borniers

L'ensemble châssis, platine, rail est appelé groupe d'assemblage.

- **Les conducteurs**

Ce sont des fils électriques, avec lesquels on relie l'appareillage. Dans une armoire électrique on distingue deux catégories de circuits

- **Le circuit de puissance** : dit aussi circuit des courants forts ; en effet cette appellation est due aux intensités importantes que véhiculent ces conducteurs
- **Le circuit de commande** : dit aussi circuit des courants faibles, ces conducteurs véhiculent des petits courants afin d'alimenter les organes de commande tels que les bobines des contacteurs, la CPU ou encore les capteurs

Pour les conducteurs de puissance il est très important de bien réaliser les connexions, dans le cas contraire l'apparition des arcs électriques est fortement favorisée, la solution consiste à utiliser des embouts sur les parties dénudées du câble et de bien serrer les vis à bornes.

Lors de la conception d'une armoire électrique, il faut prendre en considération les problèmes liés à la compatibilité électromagnétique. En effet cette dernière peut sérieusement compromettre la cohabitation entre les circuits de puissance et les circuits de commande. Dans ce cas le blindage des câbles susceptibles de générer des perturbations est préconisé, mais également l'utilisation des appareils équipés de filtre CEM

- **Les goulottes**

Ce sont des conduites ou des canalisations préfabriquées en plastiques, elles permettent d'encastrier les fils conducteurs, leur utilisation permet d'apporter à l'armoire une touche esthétique remarquable.

- **L'appareillage**

L'appareillage représente l'ensemble des appareils à l'intérieur de l'armoire, afin de mieux les énumérer nous allons les classer selon leurs rôles

- Appareils de protection (relais thermiques, disjoncteur, fusibles)

- Appareils de sécurité (relais de phases modules, de sécurité logiques...)
- Appareils de mesures (voltmètres, transformateurs de courant...)
- Organes de commandes (contacteur, relais à fiches)
- Appareils programmables (API, variateur de vitesse)
- Appareils de supervision (écran tactiles PC)
- Ventilation, prises de courant et néons

• **Eléments de répartition de puissances**

Il s'agit des jeux de barres et des répartiteurs, ces éléments permettent de distribuer le courant électrique dans une armoire électrique.

• **Les Borniers**

Les borniers sont considérés comme les points de liaisons électriques entre l'armoire électrique et l'environnement extérieur. Autrement dit tout organe électrique qui se trouve à l'extérieure de l'armoire est relié à cette dernière par l'intermédiaire des borniers

• **Eléments de communication**

Dans cette partie, on retrouve l'ensemble des éléments nécessaires à la communication entre l'homme et la machine, ils sont généralement placés au niveau de la porte de l'armoire ou sur un pupitre de commande, on peut citer comme exemple les boutons poussoirs, les voyants, lumineux, centrale de mesure, les IHM Etc.

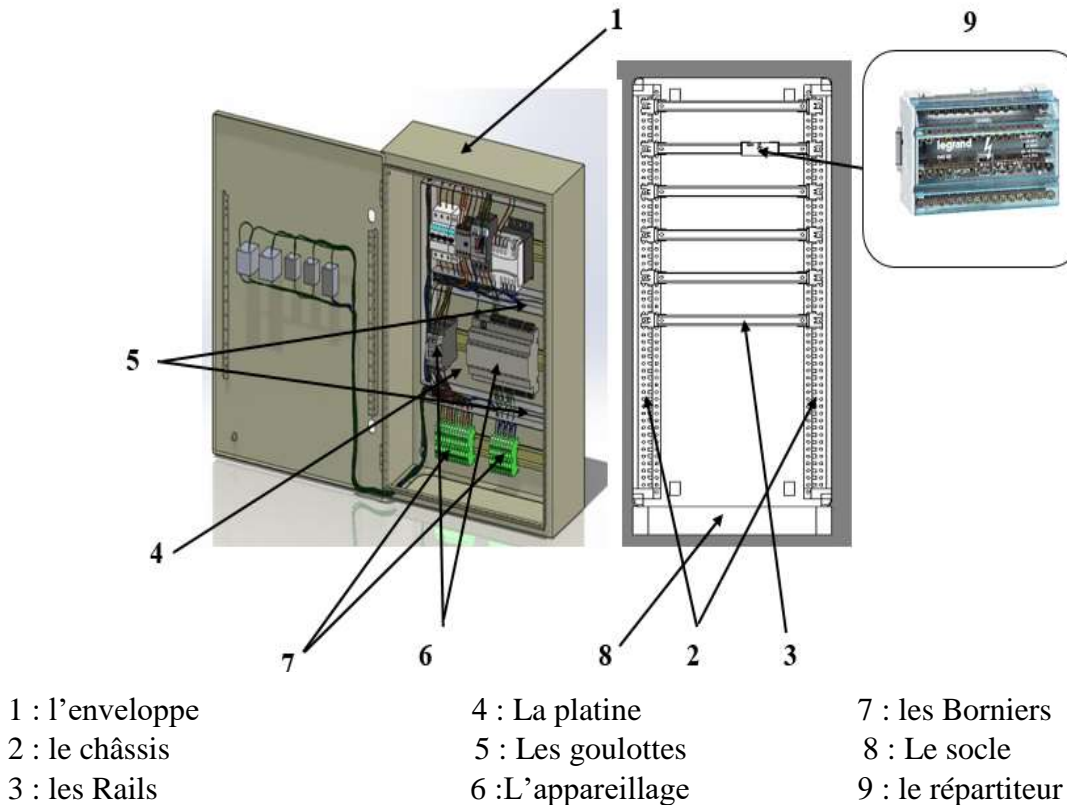


Figure IV.1 Constitution d'une armoire électrique

IV.4. L'armoire de la T28 définie par le cahier des charges.

L'étude de l'armoire électrique entre dans le cadre de la conception matérielle si on se réfère au cycle de vie d'un SAP cité dans le chapitre I

Cette étude doit répondre aux exigences du cahier de charge, dans lequel les critères techniques sont définis

- L'armoire électrique doit permettre le pilotage de la T28 en mode automatique et en mode manuel.
- Elle doit assurer la protection des personnes et du matériel contre les courts circuits, les surcharges et les défauts d'isolements.
- La conception de l'armoire électrique doit prendre en considération les exigences du régime du neutre TN-C
- L'armoire doit être immunisée contre l'instabilité du réseau.
- Le dimensionnement des conducteurs en fournissant une note de calculs.
- Contrôle des arrêts d'urgences
- La mise en place d'un système de surveillance du blocage de la cisaille.
- La mise en place d'un ensemble d'alarmes pour permettre la signalisation des défaillances et de mieux les localiser.
- Décentraliser la partie relation de la T28 sur un pupitre de commande, ce dernier doit comporter une IHM à base de système PC et la commande par boutons et voyant lumineux.
- L'installation de l'éclairage et de prises de courant modulaire à l'intérieur de l'armoire

IV.5. Choix de l'appareillage de commande

L'appareillage de commande est défini par la nature des récepteurs qui seront alimentés par l'armoire, par conséquent il est judicieux d'énumérer l'ensemble des récepteurs.

IV.5.1. Description des récepteurs

Les présentations étant déjà faites dans le chapitre II, nous nous contenterons donc d'énumérer les différents actionneurs et d'indiquer leur consommation.

Le fonctionnement de la T28 repose essentiellement sur un ensemble de moteurs asynchrones triphasés à cage d'écureuil, on y trouve également un électrofrein.

Vu la puissance relativement faible des moteurs pour recommander un démarrage spéciale, nous avons opté pour un démarrage direct à l'exception du moteur de l'aménage qui sera piloté par variateur de vitesse.

Pour le circuit hydraulique les distributeurs d'huiles sont à commande électriques. Ils sont commandés par des électrovannes fonctionnant à 110V AC, ces dernières sont alimentées par un transformateur 380/110V par l'intermédiaire de relais à fiche.

Nom du récepteur	Puissance	Facteur de puissance	Rendement %
Motopompe dévidoir	4,10 KW	0,84	79
Moteur du berceau	1,53 KW	0,81	77
Motopompe Redresseur	1,1 KW	0,81	77
Moteur du redresseur	3 KW	0.81	75
Moteur Aménage	2,98 KW	0.82	76
Moteur cisaille	3 KW	0.83	72
Electro-frein	0,1 KW	0.83	85
Alimentation stabilisée	0,1 KW	/	90
Transformateur 380/110v	150 VA	/	87
Transformateur 380/24V	150VA	/	85
Prise de courant	500VA	/	85
Néon	50VA	/	80
PC industriel Pour la supervision	200W	/	/

Tableau IV.1 : Caractéristiques des récepteurs de la T28

IV.5.2. Choix des organes de commande des moteurs

Le démarrage direct des motopompes du dévidoir, du redresseur et de la cisaille seront réalisés avec des contacteurs. Pour les moteurs du berceau et du redresseur, le changement du sens de rotation sera obtenu en inversant les phases en alimentant chaque moteur avec deux contacteurs de puissance

Moteur	MP Dévidoir	Moteur berceau	PM Redresseur	Moteur Redresseur	Variateur De vitesse	Moteur Cisaille
Calibre du Contacteur(A)	9	6	6	9	9	9
Modèle	LC1D9	LC1D6	LC1D6	LC1D9	LC1D9	LC1D9

Tableau IV.2 : Calibres des contacteurs de puissance

Concernant le moteur de l'aménage, pour des raisons imposées par le processus de la machine, nous avons opté pour un pilotage avec variateur de vitesse, l'alimentation de ce derniers se fera avec un contacteur de puissance également.

Le variateur de vitesse proposé et le modèle Schneider ATV 930, c'est un variateur de fréquence d'une puissance de 4KW qui dispose d'entrées analogiques 0-10V, ces entrées seront utilisées pour piloter le variateur par l'API.

IV.5.3. Dimensionnement de l'alimentation stabilisée [PS]

L'alimentation stabilisée sera utilisée pour alimenter la CPU et ses modules d'entrée/sortie intégrés, les deux blocs additifs des entrées/sorties et l'encodeur. Nous utiliserons une alimentation qui sera alimentée en 380V en courant alternatif et délivrera du 24V en DC

Récepteur	Consommation en courant (A)
CPU	0,5
Module d'entrées/sorties intégrés	2,5
Module d'entrées additif	0,5
Modules de sortie additifs	8
Encodeur	0,3
Total (A)	11,8

Tableau IV.3 : Récepteurs alimentés par la PS

En s'appuyant sur le tableau IV.3 et en prenant en considération le coefficient d'extension de 20%, nous avons opté pour une PS de 15A.

Au niveau du câblage, nous avons proposé de distribuer les bornes positives et négatives de la PS en utilisant un répartiteur, pour des raisons d'utilité et de sécurité

IV.5.4. Dimensionnement des transformateurs pour la commande

- **Transformateur pour la commande des contacteurs de puissance**

Le constructeur Schneider indique que la consommation des bobines des contacteurs dont le calibre est compris entre 6A et 38A est estimée à l'appel à 70 VA et à 7 VA au maintien. Pour estimer la puissance du transformateur nous avons pris en considération le nombre de contacteurs qui est de 8 et la consommation au maintien ($S=7*8=56$), nous avons tenu compte également du facteur d'extension de 20% et la puissance d'appel ce qui nous a amené à utiliser un transformateur abaisseur 380V/24V de 150 VA

- **Transformateur pour la commande des électrovannes**

Les électrovannes de la T28 fonctionnent en 110V, par conséquent, l'utilisation d'un transformateur abaisseur 380V/110V s'impose. La consommation de ces électrovannes est de 9 VA selon le constructeur

En appliquant la même procédure que la précédente nous avons abouti à un transformateur de 150VA

Les deux transformateurs seront protégés respectivement au primaire et au secondaire par des disjoncteurs 1P+N de calibre 1A et 6A (le neutre ne sera pas coupé en raison du régime du neutre)

IV.6. Protection contre les défauts du réseau d'alimentation et les situations dangereuses

Le milieu industriel est particulièrement agressif pour le matériel et pour les personnes. En effet beaucoup d'évènements à caractères intempestifs peuvent se produire, causant ainsi des nuisances irréversibles aux matériels et aux personnes.

IV.6.1. Protection contre les avaries du réseau

A cause de l'instabilité du réseau, des problèmes telles que la chute de tension, la surtension, l'absence de phase ou encore l'inversion des phases, peuvent apparaître à n'importe quel moment. De tels événements provoquent la destruction du matériel ou induisent un mauvais fonctionnement de l'installation. Pour protéger la machine contre ces avaries, nous avons proposé de mettre en place un relais de phase, un appareil modulaire conçu pour détecter l'ensemble des problèmes cités ci-dessus.

IV.6.2. Description du relais de phase Schneider RM43

Le relais de phase Schneider RM43 est un appareil de surveillance du réseau. Il a pour rôle de couper l'alimentation du circuit de commande en cas de détection de situation anormale sur le réseau. Le modèle RM43 de Schneider permet de :

- Régler le seuil de déclenchement en cas de surtension ou de chute de tension.
- Régler la temporisation avant le déclenchement en cas de dépassement haut ou de dépassement bas.
- Surveillance d'absence de phase.
- Surveillance de l'ordre des séquences.



1 : Borne L1 L2 L3

2 : visse de réglage du seuil de déclenchement des chutes et surtention en %

3 : réglage de la temporisation

4 : Contact NO-NC

FigureVI.2 : Relais de phase RM43

L'appareil est relié au réseau par les bornes L1 L2 L3, lorsqu'un des problèmes cités ci-dessus est détecté, les contacts NO/NC changent d'état.

IV.6.3. Surveillance et protection contre les Défauts de fonctionnement

Pendant la production, l'opérateur est exposé à des accidents qui peuvent s'avérer très dangereux, voir mortels. À cause de la fatigue des matériaux, du vieillissement du matériel ou du manque de maintenance, le SAP peut rencontrer des difficultés à fonctionner correctement voir même provoquer le déclenchement d'un évènement destructeur

C'est pour ces raisons que la CEI exige la mise en place des dispositifs qui permettent le déclenchement de l'arrêt d'urgence, ces dispositifs peuvent être manuels en utilisant des boutons d'arrêt d'urgences ou automatiques

Au niveau de la T28, l'ancienne installation ne disposait que des boutons d'arrêt d'urgence au niveau de chaque compartiment. Ces derniers sont câblés d'une manière classique. Dans le but d'améliorer ce point, nous avons proposé d'intégrer un bloc logique de sécurité [BSL].

Le BSL pour lequel nous avons opté est le Preventa XPS AC3721 de Schneider

IV.6.4. Description du modules de sécurité Preventa XPS AC 5121

Les modules de sécurité XPS AC s'utilisent pour la surveillance des circuits d'Arrêt d'urgence selon les normes EN/ISO 13850 et EN/IEC 60204-1 et répondent également aux exigences de sécurité pour la surveillance électrique des interrupteurs dans des dispositifs de protection selon la norme EN 1088/ISO 14119. Ils assurent la protection de l'opérateur et de la machine, par l'arrêt immédiat du mouvement dangereux, après avoir reçu une commande d'arrêt par l'opérateur ou par la détection d'un défaut dans le circuit de sécurité lui-même. Pour l'aide au diagnostic, le module XPS AC est équipé de 3 sorties de sécurité et d'une sortie statique pour message vers automate [19]

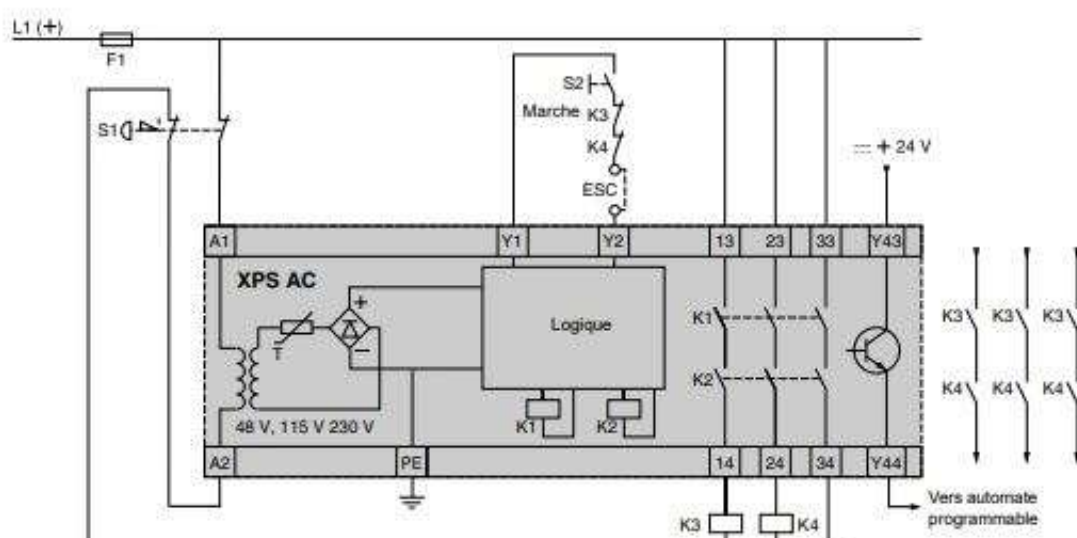


Figure IV.3 : Module XPS AC associé à un BAU à deux contacts
(Application conseillée par Schneider) [19]

Dans cet exemple, pour que les bobines K3 et K4 soient excitées, il faut que les contacts de sécurité K1 et K2 se ferment, or, la fermeture de ces deux contacts n'est obtenue que si les bornes Y1 et Y2 sont reliées et qu'une tension soit appliquée aux bornes A1 et A2 (24V, 48V, 115V ou 230V en fonction de la version du module)

L'appuie sur le BAU S1 entrainera la désexcitation du module par conséquent les bobines K1 et K2 seront à leurs tours désexcitées, ce qui conduit à l'ouverture des contacts de sécurité K1 et K2, pour la remise en états de fonctionnement il faudra remettre le BAU S1 a son états normal et appuyer sur S2 pour le réarmement.

IV.6.5. Intégration du relais de phase et du module de sécurité dans la T28

IV.6.1.1. Objectifs

Ces deux appareils permettront l'arrêt de la machine dans les cas suivant :

- Détection d'une chute de tension de 7% d'une durée de 5s

- Détection d'une surtension de 7% d'une durée de 5s
- Détection d'absence de phases
- Détection d'inversion de séquence
- L'enclenchement d'un des boutons d'arrêt d'urgence
- Le blocage de la cisaille

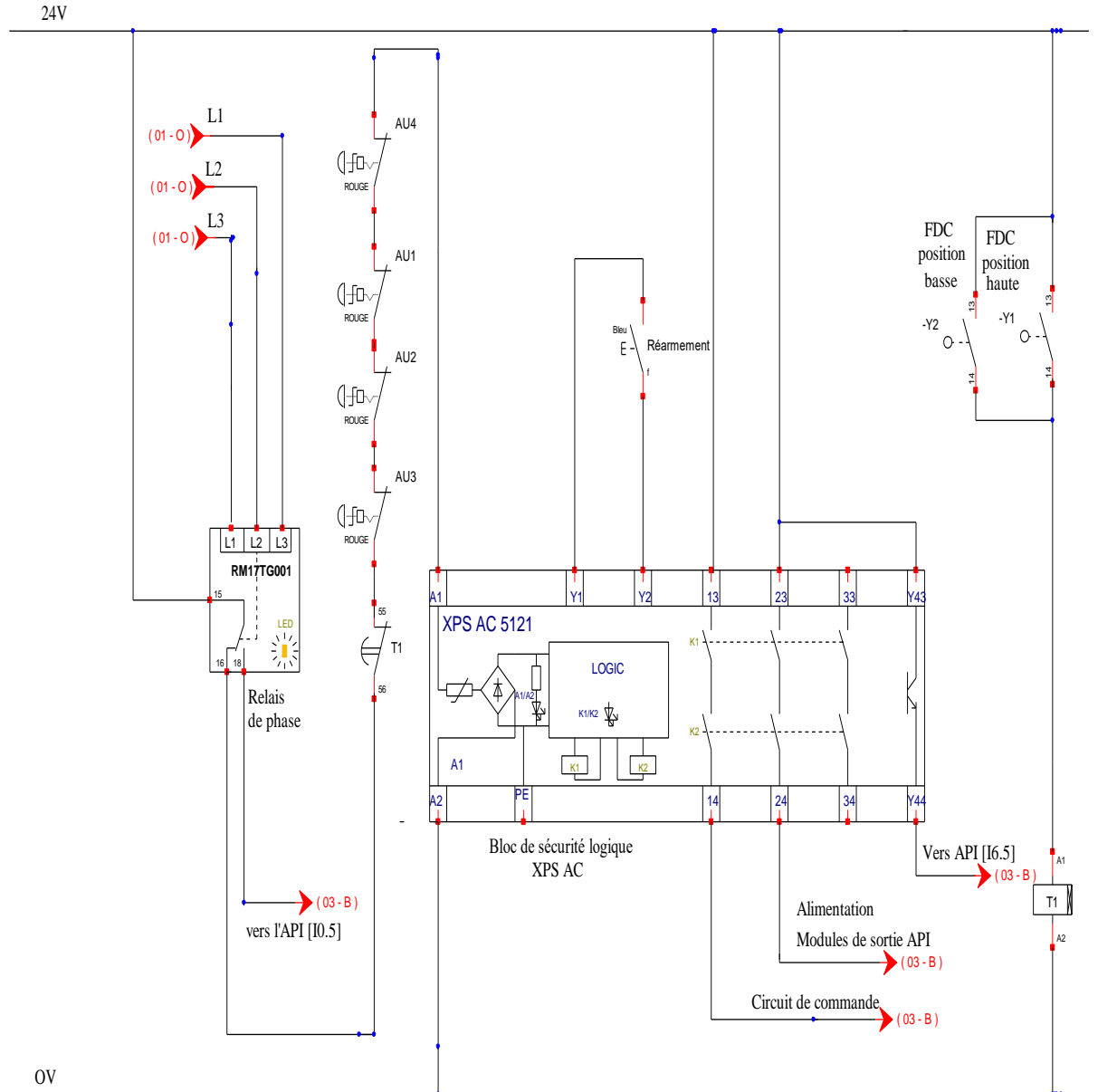


Figure IV.4 : Intégration du relais de phase et du bloc logique de sécurité dans le schéma électrique de la T28

IV.6.1.3. Principe de fonctionnement

Lorsque nous appuyons sur le bouton de réarmement BS1, les contacts NO de K1 et K2 vont se fermer, le circuit de commande et les modules de sortie de l'API sont alimentés.

En cas d'appuie sur l'un des BAU ou de détection de défaut de phase, les bornes A1 et A2 du MSL ne sont plus alimentées, par conséquent K1 et K2 s'ouvrent, ce qui entraîne l'ouverture du circuit de commande et le circuit d'alimentation des modules de sortie de l'API.

Dans le cas où la cisaille est bloquée, c'est le contact NO de la temporisation T1 qui donnerait l'ordre de l'arrêt d'urgence.

Pour la remise en marche, il faut s'assurer que l'événement qui est à l'origine du déclenchement de l'arrêt d'urgence est acquitté, ensuite appuyer sur le bouton de réarmement BS1.

IV.7. Protection contre les défauts d'isolement

Dans une installation industrielle l'apparition des courants de défauts est due à la détérioration du matériel, des conducteurs et des connexions électriques, cependant, la stratégie définie pour la protection des personnes contre les courants de défauts ne devrait pas compromettre la continuité de service de l'installation.

Pour choisir une protection contre les défauts d'isolement il faudra également tenir compte du schéma de liaison à la terre (SLT)

IV.7.1. La continuité de service

La continuité de service d'un SAP est son aptitude à fonctionner sans interruption lorsqu'il est sollicité. Cette aptitude peut être compromise pour différentes raisons. Elles peuvent être interne au SAP (défaillances électriques, défaillances mécaniques etc.) Ou externes tel que les problèmes causés par le réseau.

Dans le monde de l'industrie, on accorde une importance particulière à la continuité de service vu l'enjeu économique qu'elle représente.

IV.7.2. Les schémas de liaison à la terre

Le schéma de liaison à la terre met en avant la façon avec laquelle le neutre du côté de transformateur et les masses du côté récepteurs sont relié à la terre. [16] [8]

Les SLT sont symbolisés par deux lettres, telle que la lettre à gauche représente la manière avec laquelle le neutre côté transformateur est relié à la terre et la lettre à droite représente la manière avec laquelle les masses du côté récepteur sont reliées la terre [16] [8]

Le but d'un SLT est de provoquer le déclenchement des dispositifs de protection en cas d'apparition de courant de défauts

Il existe 3 principaux SLT :

Le SLT en TT: le neutre du transformateur est relié la terre, les masses du côté récepteurs sont reliées à la terre, il très utilisé dans les installations domestiques, en régime TT la protection contre les courants de défauts est assurée par les dispositifs de déclenchement résiduel [16] [8]

Le SLT en TN: il existe deux variantes différentes de ce schéma, à savoir le TN-C qui signifie terre neutre confondus, dans ce cas on utilise un seul conducteur pour le neutre et la mise à la

terre, on le désigne par l'acronyme « PEN » Protection earthing neutral. L'autre variante du schéma en TN est le TN-S qui signifie terre neutre séparés

Le SLT en IT: Le neutre du côté du transformateur est isolé par une impédance, son exploitation exige la mise en place d'un Contrôleur permanent d'isolation [CPI] en parallèle avec l'impédance d'isolation. Du côté du récepteur, les masses sont reliées à la terre. De nos jours, grâce aux progrès réalisés sur les CPI, le régime IT est le plus utilisés dans l'industrie car c'est lui qui assure le meilleur compromis entre la continuité de service et la protection des personnes [16] [8]

IV.7.3. Choix de protection contre les courants de défauts dans la T28

Le choix de la protection contre les courants de défaut dans la T28 est imposé par le SLT et le caractère industriel de l'installation, ce dernier fait que quel que soit la nature de la protection, la continuité de service ne doit pas être compromise sauf en cas de nécessité. Afin de comprendre l'influence du SLT sur le mode de protection il est nécessaire d'étudier le comportement du courant de fuite en cas de défaut d'isolation. [16] [8]

Le local de l'unité cuisson est raccordé au réseau selon le schéma TN-C. En cas de contact entre un conducteur de phase et la carcasse de la machine, une liaison directe est créée entre la phase et le neutre, on parle alors de court-circuit monophasé, dans ce cas, la protection est assurée par le dispositif de protection contre les courts-circuits [16] [8]

La valeur du courant de défauts dépend de la valeur de l'impédance de la boucle y compris la source, à cause du manque des données fiables pour pouvoir approcher la valeur de cette impédance, nous nous contenterons d'énoncer la relation qui permet de calculer les courant I_d dans un régime TN [8]

$$I_d = \frac{V_a}{Z_b} \quad \text{IV. 1}$$

Avec

I_d : Courant de défaut

V_a : Tension d'alimentation

Z_b : Impédance de la boucle

Dans le cas où l'impédance de la boucle est importante, le courant de défauts sera réduit à un courant de surcharge, par conséquent nous suggéreront de prendre en considération la valeur de I_d au moment du réglage des magnétiques pour les circuits protégés par des disjoncteurs réglables.

IV.8. Détermination des sections des conducteurs

Le calcul des sections des conducteurs doit bénéficier d'une importance particulière lors de la conception matérielle. D'une part, les conducteur sous-dimensionnés, subiront des échauffements ce qui entraîne la rupture des isolants et par conséquent, l'apparition des courts-circuits et le déclenchement d'incendies. Le fait le plus dangereux est qu'en cas de sous-estimation de la section d'un conducteur le dispositif de protection contre les surcharges ne pourra pas assurer sa fonction car les deux éléments possèdent des valeurs de seuil différentes.

D'autres parts le surdimensionnement des conducteurs représente de grosses pertes économiques vu les longueurs importantes des conducteurs et le prix très élevé du cuivre.

Le conducteur sera déterminé de telle sorte à ce qu'il puisse assurer la fonction de conduction en tenant compte de l'environnement dans lequel il va fonctionner, l'influence des autres conducteurs et le mode de pose. Les chutes de tension et l'émission de chaleurs doivent être tolérables également.

Dans ce qui suit nous allons expliquer la démarche que nous avons suivie pour déterminer les sections des conducteurs tout en exposant l'ensemble des facteurs pris en considération et les tableaux normalisés auxquels on s'est référé

IV.8.1. Types des conducteurs de la T28

Le type de câbles que nous avons proposé pour l'alimentation des récepteurs se trouvant en dehors de l'armoire, sont l'U1000-R2V 3G et 2G ce sont des câbles qui comportent respectivement 3 et 2 fils conducteurs souples en cuivre, la tension de claquage de l'isolant des fils conducteur est de 1000V, cet isolant est fabriqué avec du polyéthylène réticulé, tant dis que la gaine extérieure est en polychlorure de vinyle.

Pour les conducteurs qui sont à l'intérieur de l'armoire nous avons suggéré l'utilisation du fil H07VR souple, constitué d'une âme en cuivre et d'un isolant en PVC dont la tension de calquage est de 500V

IV.8.2. Méthode de détermination des sections des conducteurs

La méthode que nous avons utilisée pour déterminer les sections des conducteurs est décrite dans la figure IV.5, pour mieux l'expliquer nous allons détailler le calcul en prenant pour exemple l'alimentation de la motopompe du redresseur dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau IV.4

Caractéristique de la motopompe

Désignation	Paramètres
Puissance Nominale [KW]	1,1
Courant absorbé [A]	2,55
Type des câbles	U1000R2V 3G
Protection	Disjoncteur moteur

Tableau IV.4 : Caractéristique de la MP redresseur

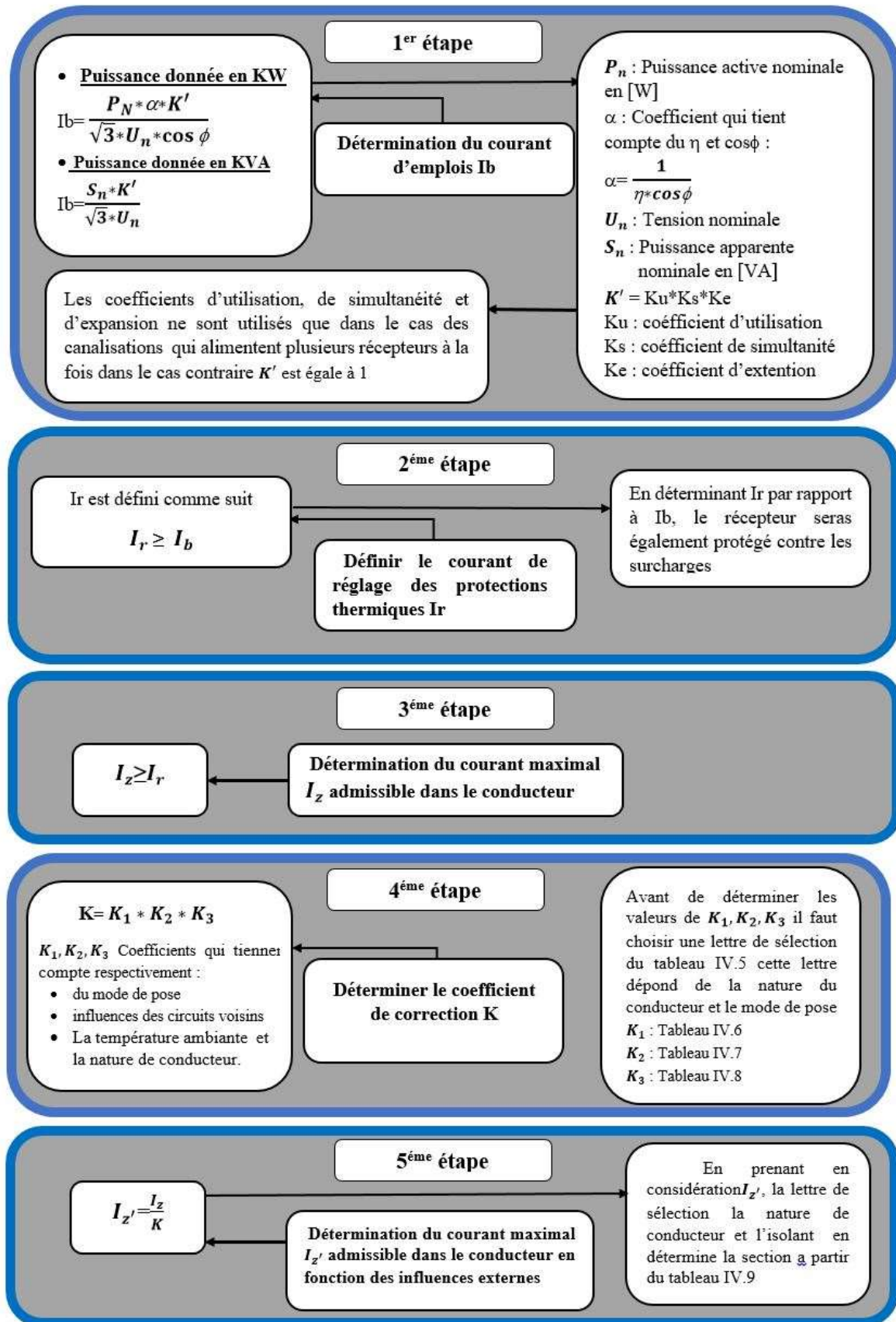


Figure IV.5 : Méthode de détermination des sections des conducteurs

• **Calcul du courant I_b de la Motopompe du redresseur**

La puissance est donnée en KW, de plus le conducteur dont nous essayons de déterminer la section n'alimente qu'un seul récepteur par conséquent K' est égal à 1

La relation que nous utiliserons pour le calcul de I_b est la suivante :

$$I_b = \frac{P_n * \alpha * K'}{\sqrt{3} * U_n} \quad \text{IV.2}$$

$$\alpha = \frac{1}{\eta * \cos \phi} \quad \text{IV.3}$$

$$I_b = \frac{1100 * \left(\frac{1}{0,77 * 0,81}\right) * 1}{\sqrt{3} * 400} = 2,55 \text{ A}$$

• **Le courant de réglage des protections thermiques**

$$I_r \geq I_b$$

$$I_r \geq 2,55 \text{ A}$$

En utilisant un disjoncteur moteur, il est possible de régler la valeur de déclenchement du dispositif de protection à 2,6A

• **Le courant admissible I_z dans la canalisation sans tenir compte des corrections.**

$$I_z \geq I_r$$

$$I_z \geq 2,6 \text{ A}$$

Le courant admissible dans le conducteur de la motopompe doit être au moins égal ou supérieur au seuil de déclenchement du disjoncteur.

• **Détermination du coefficient de correction K**

$$K = K_1 * K_2 * K_3$$

Le câble de la motopompe est acheminé de l'armoire vers le moteur dans des goulottes métalliques posées par terre, ce qui correspond au mode indiqué par la lettre B dans le tableau IV.5

type d'éléments conducteurs	mode de pose	lettre de sélection
conducteurs et câbles multiconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> ● sous conduit, profilé ou goulotte, en apparent ou encastré ● sous vide de construction, faux plafond ● sous caniveau, moulures, plinthes, chambranles 	B
	<ul style="list-style-type: none"> ● en apparent contre mur ou plafond ● sur chemin de câbles ou tablettes non perforées 	C
câbles multiconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> ● sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé ● fixés en apparent, espacés de la paroi ● câbles suspendus 	E
câbles monoconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> ● sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé ● fixés en apparent, espacés de la paroi ● câbles suspendus 	F

Tableau IV.5 : extrait du tableau 52C de la norme NF C15-100

• **Détermination du coefficient K_1**

Après avoir défini la lettre de référence, on peut à présent déterminer le coefficient K_1 . Le câble utilisé est l'U1000-R2V 3G, ce qui signifie qu'il comporte 3 fils. Nous sommes donc dans le cas d'un câble multiconducteurs.

$$K_1=0,90$$

lettre de sélection	cas d'installation	K1
B	• câbles dans des produits encastrés directement dans des matériaux thermiquement isolants	0,70
	• conduits encastrés dans des matériaux thermiquement isolants	0,77
	• câbles multiconducteurs	0,90
	• vides de construction et caniveaux	0,95
C	• pose sous plafond	0,95
B, C, E, F	• autres cas	1

Tableau VI.6 : extrait du tableau 52G de la norme NF C15-100

• **Détermination du coefficient K_2**

Le conducteur est acheminé vers la motopompe dans la même goulotte que le câble du moteur du berceau.

lettre de sélection	disposition des câbles jointifs	facteur de correction K2											
		nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
B, C, F	encastrés ou noyés dans les parois	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
C	simple couche sur les murs ou les planchers ou tablettes non perforées	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Pas de facteur de réduction supplémentaire pour plus de 9 câbles.		
	simple couche au plafond	1,00	0,85	0,76	0,72	0,69	0,67	0,66	0,65	0,64			
E, F	simple couche sur des tablettes horizontales perforées ou sur tablettes verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
	simple couche sur des échelles à câbles, corbeaux, etc.	1,00	0,88	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			

Tableau IV.7 : extrait du tableau 52J de la norme NF C15-100

• **Détermination du coefficient K_3**

Pour déterminer le Coefficient K_3 il faut tenir compte de la nature de l'isolant du conducteur, et de la température ambiante.

- L'isolant du conducteur que nous avons proposé rappelons-le, est le polyéthylène réticulé
- Pour ce qui est de la température ambiante, nous estimons qu'à cause des températures élevées dans la région, particulièrement en été et de la chaleur dégagée par le reste de l'installation, il conviendra de mener le calcul sur la base d'une température de 50°C

$$K_3=0,82$$

températures ambiantes (°C)	isolation		
	élastomère (caoutchouc)	polychlorure de vinyle (PVC)	polyéthylène réticulé (PR) butyle, éthylène, propylène (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,06	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,94	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55	-	0,61	0,76
60	-	0,50	0,71

Tableau IV.8 : extrait du tableau 52K de la norme NF C15-100

- Calculs du coefficient global K :

$$K = K_1 * K_2 * K_3$$

$$K = 0,90 * 0,80 * 0,82$$

$$= 0,59$$

- Le courant admissible $I_{Z'}$ dans la canalisation en tenant compte des corrections.

$$I_{Z'} = \frac{I_{Z'}}{K}$$

IV. 4

$$I_{Z'} = \frac{2,6}{0,738} = 4,40A$$

- Choix de la section du câbles en fonction de $I_{Z'}$

Le choix de la section se fera à partir du tableau

Le choix se fera en fonction de la lettre de sélection, le courant $I_{Z'}$, la nature de l'isolant et le nombre de conducteur.

Pour notre exemple la lettre de sélection est le B, $I_{Z'}$ vaut 4,40 A, l'isolant est le polyéthylène réticulé

lettre de sélection	isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)									
	caoutchouc ou PVC					butyle ou PR ou éthylène PR				
	B	PVC3	PVC2	PVC3	PVC3	PR3	PVC2	PR3	PR2	PR2
section cuivre (mm²)	1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26	PR2
	2,5	21	24	25	27	30	31	33	36	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
	95	207	223	238	258	278	298	328	352	377
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
	150		299	319	344	371	395	441	473	504
	185		341	364	392	424	450	506	542	575
	240		403	430	461	500	538	599	641	679
	300		464	497	530	576	621	693	741	783

Tableau IV.9 : extrait du tableau 52H de la norme NF C15-100

Chapitre IV: Etude et dimensionnement de l'armoire électrique de la T28

La section du conducteur qui alimentera la motopompe du redresseur est donc de **1,5mm²**
 Pour les conducteurs des récepteurs restant, les résultats du calcul sont résumés dans les deux tableaux IV.10 et IV.11

Puissance donnée en KW						
	MP dévidoir	M-dévidoir	MP redresseur	M redresseur	M aménage	M cisaille
P (KW)	4,1	1,53	1,1	3	2,98	3
I _{ab} (A)	8,93	3,54	2,55	7,05	6,83	7,25
n (%)	79	77	77	75	76	72
cosφ	0,84	0,81	0,81	0,82	0,83	0,83
n	0,79	0,77	0,77	0,75	0,76	0,72
a	1,51	1,60	1,60	1,63	1,59	1,67
K _u	1	1	1	1	1	1
K _s	1	1	1	1	1	1
K _e	1	1	1	1	1	1
i _b (A)	8,93	3,54	2,55	7,05	6,83	7,25
I _r (A)	8,93	3,6	2,6	7,2	7	7,25
I _z (A)	8,93	3,6	2,6	7,2	7	7,25
I ₂	12,9485	5,22	2,6	10,44	10,15	10,5125
K ₁	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
K ₂	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6
K ₃	0,82	0,82	0,82	0,71	0,71	0,71
K	0,5904	0,5904	0,5904	0,3834	0,3834	0,3834
I _{z'} (A)	15,13	6,10	4,40	18,78	18,26	18,91
S _{min} (mm ²)	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	4

Tableau IV.10 : Dimensionnement des sections des conducteurs pour des puissances données en [KW]

Puissance donnée en KVA					
	Alimentation stabilisée	Transformateur 380V/110V	Transformateur 380V/24V	Prise de courant monophasé	Néon
S(VA)	300	150	150	500	50
I _{ab} (A)	0,48	0,25	0,25	0,85	0,2
η	0,9	0,87	0,85	0,85	/
i _b (A)	0,48	0,25	0,25	0,85	0,20
I _r (A)	0,5	0,3	0,3	1	1
I _z	0,5	0,39	0,39	1,3	1,3
I ₂	0,725	0,5655	0,5655	1,885	1,885
K ₁	1	0,9	0,9	0,9	0,9
K ₂	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
K ₃	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
K	0,36	0,32	0,32	0,32	0,32
I _{z'}	1,41	1,22	1,22	4,07	4,07
S _{min} (mm ²)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Tableau IV.11 : Dimensionnement des sections des conducteurs pour des puissances données [VA]

IV.8.3. Section des conducteurs d'alimentation de la T28

IV.8.3.1. Conducteurs de phase

- Pour dimensionner les conducteurs d'alimentation de l'armoire de la T28, il va falloir prendre en compte les facteurs K_u , K_s , K_e .
- Pour le facteur d'utilisation, compte tenu du caractère industriel de l'installation et afin de permettre à la T28 de fonctionner en rotation complète, nous avons évalué K_u à 1
- Pour le coefficient de simultanéité, nous l'avons estimé à 0,9 car sur les 6 moteurs, 4 d'entre eux fonctionnent au même temps en plus des appareils de commande.
- Le facteur d'extension est de 1,20, à noter que la T28 n'as jamais subit d'extension auparavant.

La section du conducteur principal est dimensionné par rapport à I_z' total en le multipliant par les coefficients de simultanéité, d'utilisation et d'extension.

$$\begin{aligned} I_{z' \text{ principal}} &= K_u * k_s * K_e * I_{z' \text{ total}} && \text{IV. 5} \\ &= 93,56 * 1 * 0,8 * 1,2 \\ &= 89,76 \text{ A} \end{aligned}$$

La section indiquée par le tableau **IV.9** est de 25mm²

IV.8.3.2. Conducteur PEN

La norme NF C15-100 impose que la section minimum du conducteur PEN soit de 10mm² pour le cuivre et de 16mm² pour l'aluminium, il faut noter également que les règles utilisées pour définir la section du neutre citées par cette même norme, sont applicables pour le conducteur PEN.

Un conducteur de neutre doit avoir une section égale à celle des phases, mais dans les cas où la section de ces derniers est supérieure 16mm² en cuivre, on peut choisir une section inférieure.

On se référant a ces textes, et tenant compte de l'aspect économique, nous avons suggéré un conducteur d'une section de 16mm²

Il faut préciser qu'à cause du SLT, ce conducteur ne doit être en aucun cas coupé, ni par un disjoncteur ni par un sectionneur ou autres dispositifs de coupure, la norme NF C15-100 exige également que la couleur de ce conducteur soit en jaune et vert

IV.9. Calcul des courants de court-circuit

IV.9.1. Lois générales

Le calcul des courants de court-circuit dans une installation électrique est important car il permet de définir le pouvoir de coupure (P_{dc}) du dispositif de protection contre les courts-circuits, par conséquent les choix de la protection contre les courts-circuits.

Dans notre travail nous avons calculé les courants de court-circuit suivant

- Courant de court-circuit du transformateur
- Courants de court-circuit au niveau du répartiteur
- Courant de court-circuit dans les canalisations

Pour le calcul du courant des courts circuits il faut avoir à sa disposition les valeurs des impédances des boucles de court-circuit, ces dernières seront déterminées en fonction de la nature de la boucle.

Une fois l'impédance définie, nous avons appliqué la loi IV.6 pour le calcul de I_{cc} [17]

$$I_{cc} = \frac{V_n * m * c}{Z_b} \quad \text{IV. 6}$$

Avec :

V_n : Tension nominale simple en [V]

m: facteur de charge à vide

c : facteur de tension

Z_b : Impédance de la boucle

IV.9.2. Calcul des impédances

IV.9.2.1. Impédances des conducteur et du répartiteur

L'impédance des conducteurs est calculée en utilisant la loi IV.7

$$Z_b = \sqrt{R^2 + X^2} \quad \text{IV. 7}$$

R est donné par la relation IV.8 :

$$R = \rho * \frac{L}{S} \quad \text{IV. 8}$$

Avec

L : Longueur du conducteur en [m]

S : section du conducteur en [mm²]

ρ : Résistivité

La résistivité varie en fonction de de la température selon la loi IV.9

$$\rho(T) = \rho_0 * (1 + \alpha T) \quad \text{IV. 9}$$

ρ_0 = résistivité a $T=0^\circ C$ ($\rho_0 = 0,0156$ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$] pour le cuivre)

α : Coefficient de température ($\alpha = 0,039$ pour le cuivre)

T : Température ambiante (T= 50 °C)

La réactance X est calculée à partir de la réactance linéique et la longueur du conducteur pour les câbles comme l'indique la loi IV.10

$$X = X_l * L \quad \text{IV. 10}$$

Avec

X_l : La réactance linéique qui vaut 0,08 Ω/m

L : longueur de conducteur en m

Pour le répartiteur, l'impédance est calculée de la même manière qu'un conducteur en négligeant les réactances

IV.9.2.2. Impédance du transformateur

L'impédance du transformateur est donnée par la relation IV.11 [15]

$$Z_T = \frac{U^2 * e}{S * 100} \quad IV.11$$

Avec :

U : Tension nominale composée au secondaire en [V]

e : Tension de court-circuit du transformateur en [%]

S : puissance nominale apparente du transformateur en [KVA]

IV.9.2.3. Impédances et courant de court-circuit dans la T28

Les résultats des calculs que nous avons effectués pour évaluer les impédances et les courants de court-circuit I_{cc} sont résumés dans le tableau IV.13 et repérés sur le schéma unifilaire (voir annexe 3)

IV.10. Calcul des chutes de tension

L'estimation des chutes de tension est primordiale dans une installation électrique vu leur influence sur les performances de l'installation, leur présence réduit le rendement des moteurs, augmentent l'échauffement des locaux techniques et conduisent à une surconsommation de l'énergie électrique. [8]

La norme NF C15-100 limite le seuil de chute de tension tolérable à 5 et 8% respectivement pour l'éclairage et la force motrice dans le cas d'un client qui dispose de son propre transformateur. [8] [17]

La chute de tension aux bornes d'un conducteur est donnée par la relation IV.12 [17]

$$\Delta U_n [\%] = I_b * \sqrt{3} (R \cos \varphi + x \sin \varphi) * \frac{100}{U_n} \quad IV.12$$

La chute de tension induite par un récepteur est obtenue en additionnant l'ensemble des chutes de tension générées par le courant d'emploi du récepteur aux bornes des conducteurs en amont, jusqu'à au niveau de la source

$$\Delta U_{récepteur} [\%] = \sum \Delta U_n \quad IV.13$$

Avec :

R : Résistance du conducteur (donnée par la relation IV.4)

φ : Déphasage du courant par rapport à la tension dans le récepteur concerné

x : réactance du conducteur (négligeable pour les conducteurs dont $S < 50 \text{ mm}^2$)

Un : tension nominale composée d'alimentation du récepteur concerné.

L : Longueur du conducteur

Nous allons prendre comme exemple l'alimentation de la motopompe du dévidoir

Liaison	Longueur (m)	Section mm ²
Transformateur -TGBT	100	240
TGBT disjoncteur principal	80	25
Disjoncteur principal- Borniers	2	2,5
Armoire-MP dévidoir	15	2,5

Tableau IV.12 : Longueurs et sections des câbles de la boucle de la MP dévidoir

$$\rho(T = 50^{\circ}C) = 18,64 \Omega\text{m/mm}^2 \quad / \quad \text{Cos}\varphi = 0,84 \quad / \quad I_B = 14,42 \text{ A}$$

$$\Delta U_{MP-} = \Delta U_{Transfo} + \Delta U_{TGBT} + \Delta U_{Disj-} + \Delta U_{Bornier-}$$

Dévidoir
TGBT
Disj- principale
Borniers MP-dévidoir

Les chutes de tension aux bornes des disjoncteurs, du répartiteur et des jeux de barre ne sont pas prises en considération vu leurs résistances négligeables.

$$\Delta U_{TGBT} = 0,85 * 49,82 * \sqrt{3} \left(\frac{0,01864 * 100}{240} \right) = 0,56 \text{ V}$$

$$\Delta U_{Disj-} = 0,85 * 49,82 * \sqrt{3} \left(\frac{0,01864 * 80}{25} \right) = 4,37 \text{ V}$$

principale

$$\Delta U_{Disj-} = 0,84 * 14,42 * \sqrt{3} \left(\frac{0,01864 * (15+2)}{2,5} \right) = 2,70 \text{ V}$$

Borniers

$$\Delta U_{MP-} = 7,59 \text{ V} \quad \Longrightarrow \quad \Delta U_{\%} = 1,89\% < 8\%$$

Dévidoir

Cette chute de tension est acceptable, ce qui indique que les conducteurs sont bien dimensionnés pour l'alimentation de la MP du dévidoir.

Les résultats des calculs appliqués sur les autres récepteurs sont résumés dans le tableau IV.14

Chapitre IV : Etude et dimensionnement de l'armoire électrique de la T28

	Transformateur-TGBT	jeux de barres (TGBT)	TGBT-Disjoncteur principale	Disjoncteur principale Répartiteur	Répartiteur	Répartiteur-DJM* MP dévidoir	Disjoncteur -MP dévidoir	Répartiteur-DJM Moteur berceau	DJM-Moteur berceau	Rép -DJM MP redresseur	DJM- MP redresseur	répartiteur-DJM redresseur
Tension[V]	230,94	230,94	230,94	230,94	230,94	230,94	230,94	230,94	230,94	230,94	230,94	230,94
Section[V]	240	25	25	25	6	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Longueur[m]	100	1	80	1	0,3	1	15	1	15	1	15	1
ρ	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64
ρ_0	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6
T °C	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
a	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039
R [Ω]	7,77	0,75	59,65	0,75	0,93	7,46	111,84	12,43	186,40	12,43	186,40	12,43
X[Ω]	8	0,08	6,4	0,08	0,024	0,08	1,2	0,08	1,2	0,08	1,2	0,08
Z [Ω]	11,15	0,75	59,99	0,75	0,93	7,46	111,85	12,43	186,40	12,43	186,40	12,43
m^*c	1,1025	1,1025	1,1025	1,1025	1,1025	1,1025	1,1025	1,1025	1,1025	1,1025	1,1025	1,1025
Ztotale [Ω]	11,27	12,02	71,89	73,11	73,69	81,15	193,00	86,12	272,52	86,00	272,40	86,12
Icc [KA]	22,59	21,18	3,54	3,48	3,46	3,14	1,32	2,96	0,93	2,96	0,93	2,96
Canalisation	DJM-moteur redresseur	Répartiteur DJM Aménage	DJM variateur de vitesse	Variateur de vitesse Moteur aménage	Répartiteur DJM cisaille	DJM Moteur cisaille	Répartiteur IP+N	Disj IP+N- électrofrein	répartiteur Disj IP+N	Disj IP+N - Alimentation stabilisée	Alimentation stabilisée -CPU	Alimentation stabilisée ME/S
Tension[V]	230,94	230,94	230,94	230,94	230,94	230,94	230,94	230,94	230,94	230,94	24,00	24,00
Section[mm ²]	1,5	1,5	1,5	1,5	4	4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Longueur	15	1	1	20	1	20	0,3	20	1	1	1	1
ρ	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64	18,64
ρ_0	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6
T °C	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
a	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039
R [Ω]	186,40	12,43	12,43	248,53	4,66	93,20	3,73	248,53	12,43	12,43	12,43	12,43
X[Ω]	1,2	0,08	0,08	1,6	0,08	1,6	0,024	1,6	0,08	0,08	0,08	0,08
Z	186,40	12,43	12,43	248,54	4,66	93,21	3,73	248,54	12,43	12,43	12,43	12,43
m^*c	1,1025	1,1025	1,1025	1,1025	1,1025	1,1025	1,1025	1,1025	1,1025	1,1025	1,1025	1,1025
Zt	272,52	86,00	98,43	346,96	78,35	171,57	62,54	311,08	73,69	86,12	98,55	110,97
Icc [KA]	0,93	2,96	2,59	0,73	3,25	1,48	4,07	0,82	3,46	2,96	0,27	0,24

Tableau IV.13: Résultats des calculs des courants de court-circuit dans la T28

Calcul des chutes de tension Dans la T28											
	Transformateur-TGBT	TGBT-Disjoncteur principal	MP dévidoir	Moteur dévidoir	MP Redresseur	Moteur redresseur	Moteur Aménage	Moteur Cisaille	Alimentation stabilisée	Disjoncteur principal- Répartiteur	Electro-frein
Cosφ	0,85	0,85	0,84	0,81	0,81	0,82	0,83	0,83	1	0,85	0,85
Ib (A)	49,82	49,82	14,42	3,54	2,55	7,05	6,83	13,40	0,48	49,82	0,3
S [mm ²]	240	25	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	4	1,5	25	1,5
ρ	0,01864	0,01864	0,01864	0,01864	0,01864	0,01864	0,01864	0,01864	0,01864	0,01864	0,01864
L (m)	100	80	17	17	22	22	22	25	2	1	22
R(Ω)	0,01	0,06	0,13	0,21	0,27	0,27	0,27	0,12	0,02	0,00	0,27
DU (V)	0,57	4,38	7,60	6,00	11,92	7,68	7,63	7,19	4,97	5,00	5,07
DU %	0,14	1,09	1,90	1,50	2,98	1,92	1,91	1,80	1,24	1,25	1,27

Tableau IV.14: Résultats des chutes de tension dans la T28

IV.11. Choix de l'enveloppe pour l'armoire électrique de la T28

IV.11.1. Dimension de l'enveloppe

L'enveloppe de la T28 est déterminée en fonction du nombre des organes qu'elle va abriter et de la réserve prévue en cas d'extension.

Le modèle que nous avons proposé est une enveloppe industrielle fabriquée par Legrand dont les dimensions sont (1600*800*600) et d'indice de protection IP55

IV.11.2. Choix de la ventilation de l'armoire de la T28

Pour le choix de la ventilation, nous avons pris deux critères en considération :

- la température ambiante nous avons estimé à 50°C
- la puissance dissipée à l'intérieur de l'armoire électrique par les conducteurs et l'appareillage.

En se basant sur ces deux critères, nous estimons qu'en plus de la ventilation naturelle, il est nécessaire de rajouter une ventilation mécanique, afin d'augmenter le débit d'air chaud évacué

Cette ventilation mécanique sera assurée par un ventilateur qui sera placé en haut de l'armoire en de plus une trappe d'évacuation de l'air en bas de l'armoire. Cette disposition va faciliter l'écoulement de l'air vers l'extérieur de l'armoire.

Le choix du ventilateur se fera en fonction du débit de l'air qu'il va falloir évacuer vers l'extérieur, il est donné par la formule IV.14 [18]

$$D = 1,2 * \frac{P_d}{\Delta T} \quad \text{IV.14}$$

Avec

D : débit d'air évacué [m³/h]

ΔT : Différence de température entre l'intérieur et l'extérieur de l'armoire

P_d: Puissance dissipée à l'intérieur de l'armoire

1,2: Coefficient de sécurité donné en [$\frac{m^3 \text{ } ^\circ\text{C}}{Wh}$]

Pour pouvoir estimer la puissance dissipée dans l'armoire électrique, il faut calculer la puissance dissipée par les conducteurs et l'appareillage, pour cette dernière, nous nous sommes référés aux valeurs indiquées par le constructeur.

Pour la puissance dissipée par le conducteur elle est calculée par la relation IV.11

$$P_{d \text{ conducteurs}} = R * I^2 \quad \text{IV.15}$$

Avec

I : courant d'emploi du récepteur

- Puissance dissipée par l'appareillage

Appareil		Puissance dissipée [W]	Puissance dissipée totale [W]
Disjoncteur principale		7,5	7,5
Disjoncteur moteur		7,5	45
Contacteur	Par pôle	0,6 *4+2,4*2	7,2
	Circuit de commande	3*4 +13*2	38
Variateur de vitesse		132	132
CPU		0,5	0,5
PS		10	10
Transformateur 380V/110V		5	2
Transformateur 380V/110V		5	5
		Puissance dissipée totale [W]	247,2

Tableau IV.15 : Puissance dissipée par l'appareillage en [W]

- Puissance dissipée par les conducteurs

Exemple de calcul pour les conducteur 2,5mm²

$$P_{d(2,5mm^2)} = \left(\frac{\rho * L}{S}\right) * I_b^2 = \left(\frac{0,01864 * 6}{2,5}\right) * 14,42^2$$

$$= 9,18 \text{ w}$$

Les puissances dissipées des autres conducteurs sont indiquées dans le tableau IV.16

Calcul de la puissance dissipée					
	câbles 1,5mm ²	câbles 2,5 mm ²	Câbles 4mm ²	câbles 25mm ²	Répartiteur
Section	1,5	2,5	4	25	6
ρ	0,01864	0,01864	0,01864	0,01864	0,01864
R	0,50	0,04	0,03	0,004474	0,000932
L	40	6	6	6	0,3
P ²	71,60	207,94	179,56	2383,39	2383,39
Pd	35,59	9,30	5,02	10,66	3,6
				Puissance dissipée totale [W]	64,17

Tableau IV.16 : Puissance dissipée par les conducteurs [W]

La puissance totale dissipée dans l'armoire est de 311,37 W

Calcul du débit $D = 1,2 * \frac{311,37}{60 - 40} = 18 \text{ m}^3/\text{h}$

IV.3. Conclusion

Dans ce 4ème chapitre, nous avons effectué une approche théorique par rapport à la conception d'une armoire électrique de commande. Cette approche est orientée par deux axes principaux définis par le cahier des charges à savoir :

- La sécurité des personnes et du matériel.
- L'amélioration des performances de la T28.

Afin de s'assurer que la solution apportée est bien réalisable, nous avons tenu compte de la forme commerciale des produits utilisés en se référant aux guides des constructeurs mais surtout aux normes de conception des installations électriques basse tension notamment la norme NF C15-100.

**CONCLUSION
GENERALE**

Conclusion générale

Au cours de notre stage au sein de l'entreprise nationale des industries de l'électroménager (ENIEM) nous avons en premier lieu étudié le fonctionnement de la cisaille tout en essayant de comprendre le fonctionnement des différents compartiments qui composent cette dernière et repérer les différentes entrées/sorties de notre système.

Par la suite, on a élaboré une analyse fonctionnelle afin de pouvoir mettre en place un programme qui sera implémenté dans un API en utilisant le logiciel de programmation TIA PORTAL V13, en effet cet outil de développement très puissant de la firme SIEMENS offre une multitude de solutions d'automatisation très avancée qui permettent de tester le programme en utilisant la simulation ainsi que la supervision, pour pouvoir cerner les éventuelles erreurs et les corriger.

Cette période au sein de l'unité cuisson à l'ENIEM ainsi qu'à l'atelier de l'EASM industriel nous a permis de nous forger et d'associer nos connaissances théoriques acquises durant notre cursus universitaire à des fins pratiques, ce qui nous a été bénéfique à plusieurs titres :

- Découvrir le milieu industriel et ses exigences (techniques, commerciale...etc.)
- Apprendre à interpréter le cahier des charges et répondre à ses spécifications.
- Automatisation par API et supervision par IHM d'un SAP.
- Dimensionnement et conception d'une armoire qui répond aux différentes normes.

Comme perspective on propose :

- La mise en place d'un système de télémaintenance.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

[1] J.M. BLEUX et J.L. FANCHON, « Automatismes industriels », édition NATHAN, 1996 France.

[2] T.SCHANEN « guide des automatismes » version 7 POS Industry 2003.

[3] B.REEB « Développement des grafjets : des machines simples aux cellules flexibles Du cahier de charge à la programmation » édition ELLIPSES, France 2004.

[4] Cahier technique du constructeur FESTO « les Vérins », Belgique.

Lien de téléchargement :

https://www.festo.com/rep/fr-be_be/assets/pdf/Verins.pdf

[5] O.FOURNIER « Conception de la commande d'un système automatisé de production : apport des graphes et de l'ordonnancement cyclique », Thèse de doctorat, Université de la Réunion, France 2002.

[6] D.GRIDAINE « Cours les codeurs rotatifs industriels » STS maintenance industrielle, France 2010.

[7] Belkacemi.A Boukheroub.S « Etude de l'automatisation par automate programmable S7-300 de la chaîne de fabrication des armoires frigorifiques de l'ENIEM » mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en automatique, Université de Mouloud Maameri de Tizi -Ouzou 2002.

[8] J.M. BROUST « Appareillages et installations électriques industrielles : Conception, Coordination, Mise en œuvre, Maintenance » édition DUNOD France 2008.

[9] Cahier technique, notice de mise en route, entretien de la cisaille mécanique à guillotine « Norda » 1989.

[10] Cahier technique, ITEM 28, Aménage motorisé type 1625 G RA2 série LC/5056 « Norda » 1989.

[11] S.Moreno E.peulot, « Le Grafjet conception-implantation dans les API » 2^e édition Casteilla 2002.

[12] S.Mellali, L.Yousfi « Etude de l'automatisation et de la supervision d'un procédé de levage de filtres Niagara à Cévitral » mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de master, université Abderrahmane Mira, Bejaia, Département d'automatique ,2017.

[13] Manuel de service « S7-300, CPU C1XC fonction technologiques instruction service »

[14] TIA portal V13, Logiciel de programmation de la firme Siemens, 2013

[15] R. Bourgois D.Cogniel « Mémotech plus Electrotechnique ,7^{ème} Edition » édition Casteilla 2005 France.

[16] Michel Lambert I « les régimes du neutre et les schémas de liaisons à la terre 2^{ème} Edition» Edition DUNOD 2018, France.

[17] Schneider électrique « guide de la distribution électrique basse tension basse tension et HTA», 2009.

[18] Siemens « Climatisation des armoires électriques » 2010.

Lien de téléchargement :

<https://w5.siemens.com/france/web/fr/ad/support/documentations/energie/Documents/FR-Sivacon09001.pdf>

[19] Schneider électrique « Documentation technique, Bloc de sécurité logique préventa XPS AC » Schneider.

Lien de téléchargement :

<https://www.reboul.fr/storage/00004b7f.pdf>

Logiciels utilisés

- TIA Portal V13.
- WinRelais.
- SFC Edit
- Google sketchup
- Twinmotion version 2016

Liste des figures

Numéro de la figure	Nom de la figure	Numéro de la page
Figure I.1	Structure d'un système automatisé de production	01
Figure I.2	Structure d'une chaîne d'action	02
Figure I.3	Structure d'un distributeur	03
Figure I.4	Nomenclature d'un vérin	05
Figure I.5	Vérin simple effet	06
Figure I.6	Vérin double effet	06
Figure I.7	Structure de la partie commande d'un SAP	06
Figure I.8	Fin de course avec came de mouvement angulaire	10
Figure I.9	Fin de course avec came de mouvement rectiligne	10
Figure I.10	Photocellule : Système réflexe	11
Figure I.11	Photocellule : Système barrage	11
Figure I.12	Photocellule : Système de proximité	11
Figure I.13	Cycle en V d'un SAP	13
Figure II.1	Rendu 3D de la T28	15
Figure II.2	Symbolisation d'un Grafcet.	18
Figure II.3	Les différents types de transitions.	19
Figure II.4	Evolution des étapes actives	20
Figure II.5	Illustration d'une évolution simultanée.	20
Figure II.6	Illustration d'une divergence en OU	21
Figure II.7	Illustration d'une séquence simultanée	21
Figure II.8	Saut d'étape.	22
Figure II.9	Reprise d'étape	22

Figure II.10	Macro-étape	22
Figure II.11	Grafctet niveau 1	26
Figure II.12	Grafctet niveau 1 de macro étape M0	27
Figure II.13	Grafctet niveau 1 de macro étape M1	27
Figure II.14	Grafctet niveau 2	28
Figure II.15	Grafctet niveau 2 de macro étape M0	28
Figure II.16	Grafctet niveau 2 de macro étape M1	28
Figure III.1	Les compartiments de la machine T28	30
Figure III.2	Eléments de commande et de signalisation de la CPU 31xC	31
Figure III.3	Entrées et Sorties numériques et analogues intégrées d'une CPU, les volets avant ouverts.	31
Figure III.4	Vue du Portail	32
Figure III.5	Vue du projet	32
Figure III.6	Création d'un projet.	33
Figure III.7	Configuration matérielle	34
Figure III.8	Adressage des Entrées/Sorties	34
Figure III.9	Etape de compilation de la configuration matérielle et du programme	35
Figure III.10	Etape de chargement de la configuration matérielle et du programme	35
Figure III.11	Table des variables API	36
Figure III.12	Création d'un bloc	36
Figure III.13	Les différents blocs utilisés	37
Figure III.14	Sélection de la fonction COUNT	38
Figure III.15	Fonction du comptage rapide COUNT_300C	39
Figure III.16	Fonction de la remise à zéro de la fonction COUNT	40
Figure III.17	Exemple de simulateur PLCSIM	41

Figure III.18	Création d'un Système PC	42
Figure III.19	Système de supervision (Système Pc)	42
Figure III.20	Système d'automatisation (PLC / Pc- Système)	42
Figure III.21	Création d'une vue	43
Figure III.22	Table des variables IHM	44
Figure III.23	Vue d'accueil de notre interface de supervision	44
Figure III.24	Vue Globale de la machine	45
Figure III.25	Gestion des Utilisateurs	45
Figure III.26	Ouverture d'une session	45
Figure III.27	Exemple d'une vue recette	46
Figure III.28	Vue des Alarmes	47
Figure III.29	Lancement de la supervision	47
Figure IV.1	Constitution d'une armoire électrique	54
Figure IV.2	Relais de phase Schneider RM43	58
Figure IV.3	Module XPC-AC associer à Bau deux contacte (application conseillé par Schneider)	59
Figure IV.4	Intégration du relais de phase et du module de sécurité dans le schéma électrique de la T28	60
Figure IV.5	Méthode de détermination des sections des conducteurs	64

Liste des Tableaux

Numéro du tableau	Nom du tableau	Numéro de page
Tableau I.1	Types de distributeurs et leur représentation symbolique	04
Tableau I.2	Types de commandes des distributeurs	05
Tableau I.3	Code de couleurs pour les organes de commandes à bouton poussoir et leur signification	07
Tableau I.4	Code de couleur des voyants lumineux de signalisation et leur signification	08
Tableau II.1	caractéristique de l'aménagement.	16
Tableau II.2	Caractéristique de la cisaille mécanique à guillotine.	17
Tableau II.3	Légende du grafcet niveau 2	30
Tableau III.1	signification des chiffres de la vue projet	33
Tableau III.2	Paramètres important de la fonction de comptage.	40
Tableau III.3	tableau explicatif de la vue des alarmes.	46
Tableau IV.1	Caractéristiques des récepteurs dans la T28	56
Tableau IV.2	Calibre des contacteurs de puissance	56
Tableau IV.3	Récepteurs alimenté par la PS	57
Tableau IV.4	Caractéristique de la motopompe du redresseur	63
Tableau IV.5	Extrait du tableau 52C de la norme NF C15-100	65
Tableau IV.6	Extrait du tableau 52G de la norme NF C15-100	66

Tableau IV.7	Extrait du tableau 52J de la norme NF C15-100	66
Tableau IV.8	Extrait du tableau 52K de la norme NF C15-100	67
Tableau IV.9	Extrait du tableau 52H de la norme NF C15-100	67
Tableau IV.10	Dimensionnement des sections des conducteurs pour des puissances données en [KW]	68
Tableau IV.11	Dimensionnement des sections des conducteurs pour des puissances données en [VA]	68
Tableau IV.12	Longueurs et sections des câbles de la boucle de la MP du dévidoir	72
Tableau IV.13	Résultats de calcul des courants de courts-circuits	73
Tableau IV.14	Calcul des différentes chutes de tensions	73
Tableau IV.15	Puissance dissipée par l'appareillage [W]	75
Tableau IV.16	Puissance dissipée par les conducteurs [W]	75

Liste des équations

Numéro de l'équation	Nom de l'équation	Numéro de page
Equation IV.1	Courant de défaut dans une boucle dans un schéma TN-C	62
Equation IV.2	Calcul du courant d'emploi I_b de la motopompe du redresseur	65
Equation IV.3	Calcule du coefficient α de la motopompe du redresseur	65
Equation IV.4	Calcul du courant admissible I_z' en tenant compte des corrections pour la motopompe du redresseur	67
Equation IV.5	Calcul du courant admissible dans le conducteur principal en tenant compte des corrections	69
Equation IV.6	Calcul des courants de courts-circuits	70
Equation IV.7	Impédances des conducteurs	70
Equation IV.8	Calcule des résistances	70
Equation IV.9	Equation de la résistivité	70
Equation IV.10	Réactance d'un conducteur	70
Equation IV.11	Impédance d'un transformateur	71
Equation IV.12	Chute de tension aux bornes d'un conducteur	71
Equation IV.13	Chute de tension induite par un récepteur	71
Equation IV.14	Calcule du débit d'air extrait de l'armoire vers l'extérieur	74
Equation IV.15	Puissance dissipée par un conducteur	74

ANNEXE 1

I. Table des variables IHM

Projet6 ▶ PC-System_1 [SIMATIC PC station] ▶ HMI_RT_1 [WinCC RT Advanced] ▶ Variables IHM ▶ table des variables entrées/sorties [33]

Nom	Type de données	Connexion	Nom API	Variable API	Adresse
ALLUMAGE GENARAL(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"ALLUMAGE GENARAL"	%M3.6
amenage arr ihm(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"amenage arr ihm"	%M74.5
AMENAGE ARRIERE(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"AMENAGE ARRIERE"	%Q3.1
AMENAGE AVANT(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"AMENAGE AVANT"	%Q3.0
amenage avnt ihm(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"amenage avnt ihm"	%M74.4
arr cisaille ihm(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"arr cisaille ihm"	%M72.3
arr dev ihm(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"arr dev ihm"	%M72.7
arr red ihm(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"arr red ihm"	%M72.5
berceau arriere ihm(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"berceau arriere ihm"	%M73.2
berceau avant ihm(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"berceau avant ihm"	%M73.1
descente ihm(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"descente ihm"	%M73.4
EV coupe(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"EV coupe"	%Q2.6
EV1(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV1	%Q1.4
EV2(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV2	%Q1.5
EV3(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV3	%Q1.2
EV4(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV4	%Q1.3
EV8(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV8	%Q1.6
EV9(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV9	%Q1.7
exp mandrin ihm(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"exp mandrin ihm"	%M73.5
KM1 (REDRESSEUR AVANT)(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"KM1 (REDRESSEUR AVAN..."	%Q2.3
KM2 (REDRESSEUR ARRIERE)(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"KM2 (REDRESSEUR ARRIE..."	%Q2.4
marche cisaille ihm(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"marche cisaille ihm"	%M73.0
marche dev ihm(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"marche dev ihm"	%M72.6
marche red ihm(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"marche red ihm"	%M72.4
MODE CISAILLE(1)	Byte	HMI_Liaison_1	PLC_1	"MODE CISAILLE"	%MB71
mode de fonctionnement(1)	Byte	HMI_Liaison_1	PLC_1	"mode de fonctionneme..."	%MB80
R1A(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	R1A	%Q1.0
R1I(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	R1I	%Q1.1
red arriere ihm(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"red arriere ihm"	%M74.3
red avant ihm(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"red avant ihm"	%M74.2
retour mandrin ihm(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"retour mandrin ihm"	%M73.6
rotation sens 1 ihm(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"rotation sens 1 ihm"	%M73.7
rotation sens 2 ihm(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"rotation sens 2 ihm"	%M74.0
Tag_37(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Tag_37	%M5.0
Tag_38(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Tag_38	%M5.1
Tag_39(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Tag_39	%M5.2
Tag_70(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Tag_70	%M251.0
Tag_9(1)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Tag_9	%M0.1

Projet6 ▶ PC-System_1 [SIMATIC PC station] ▶ HMI_RT_1 [WinCC RT Advanced] ▶ Variables IHM ▶ variable mode automatique [17]

Nom	Type de données	Connexion	Nom API	Variable API	Adresse
changement vitesse(1)	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	"changement vitesse"	%MD68
CONSIGNE mm(1)	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	"CONSIGNE mm"	%MD44
GV(1)	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	GV	%MD104
pv(1)	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	pv	%MD118
recette enregistre(1)	Int	HMI_Liaison_1	PLC_1	"recette enregistre"	%MW6
longueur mesurée en %	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	"longueur mesurée (%)"	%MD25
mode automatique	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"MODE AUTO IHM"	%MB0.1
Depart cycle automatique	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Tag_6	%M76.2
RAZ Compteur de pieces	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	RAZZ	%M72.0
RAZ encodeur(2)	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	"RAZ encodeur(1)"	%M200.2
numero de recette(1)	Int	HMI_Liaison_1	PLC_1	"numero de recette"	%MW38
nom utilisateur(1)	String	HMI_Liaison_1	PLC_1	<indéfini>	%DB1.DBX2.0
longueur [mm](1)	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	"longueur [mm]"	%MD100
Bloc Alarmes	Word	HMI_Liaison_1	PLC_1	<indéfini>	%DB3.DBW0
Longueur mesurée en mm	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	Tag_3	%MD10
consigne nombre de piece	Word	HMI_Liaison_1	PLC_1	Tag_13	%MW30
comptage de piece produite	Word	HMI_Liaison_1	PLC_1	Tag_15	%MW33

II. Table de quelques alarmes

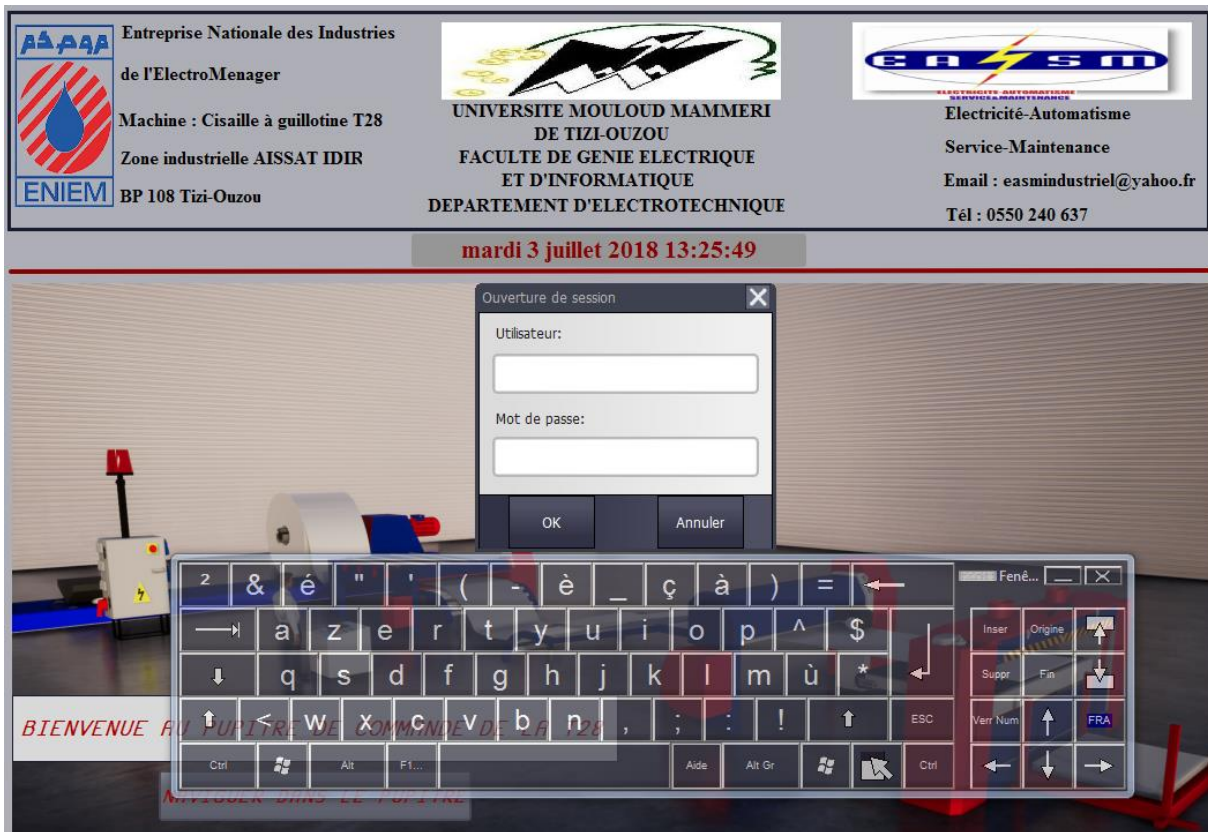
Projet6 ▶ PC-System_1 [SIMATIC PC station] ▶ HMI_RT_1 [WinCC RT Advanced] ▶ Alarmes IHM

Alarmes de bit
 Alarmes analogiques
 Alarmes de l'API
 Alarmes système

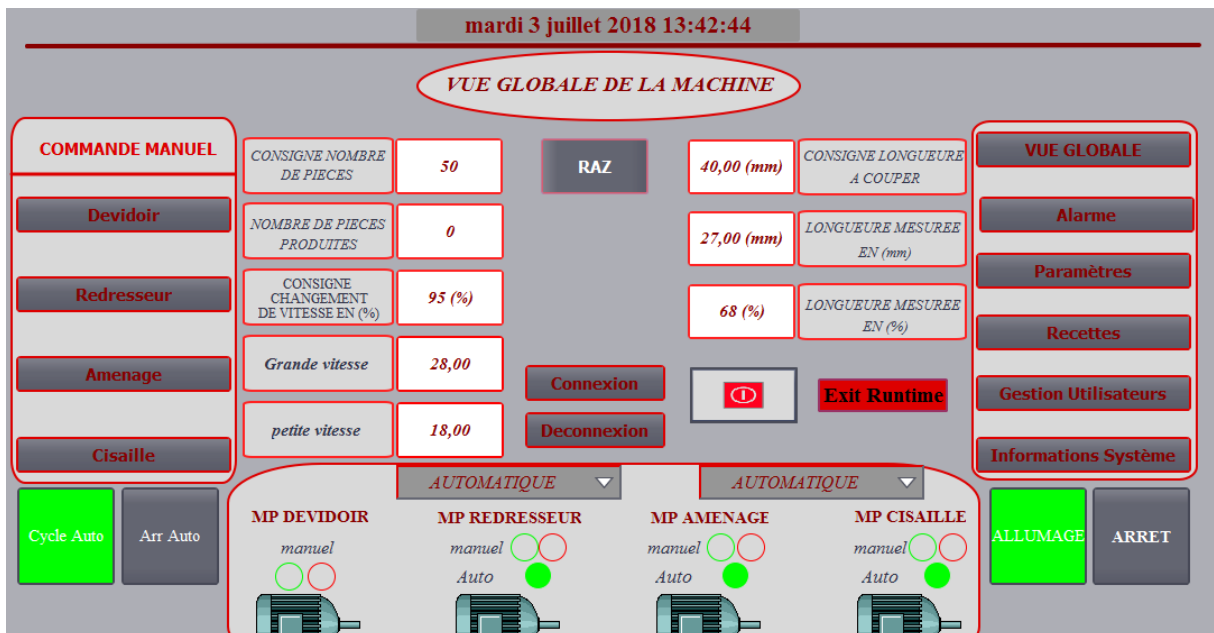
ID	Texte d'alarme	Classe d'alar...	Variable de d...	Bit de ...	Adresse de dé...	Variable d'acq...	Bit d'a...	Adresse d'acq...	Journal
1	ARRET D'URGENCE ENLENCHÉE	Errors	Variable_IHM_1	8	%DB3.DBX0.0	<aucune vari...	0		<input type="checkbox"/>
2	PROBLEME DETECTER DANS L'ELECTR	Errors	Variable_IHM_1	9	%DB3.DBX0.1	<aucune vari...	0		<input type="checkbox"/>
3	ATTENTION LE REDRESSEUR MANUEL	Errors	Variable_IHM_1	10	%DB3.DBX0.2	<aucune vari...	0		<input type="checkbox"/>
4	CUMUL DE TOLE PHOTOCELLULE 2 DI	Errors	Variable_IHM_1	11	%DB3.DBX0.3	<aucune vari...	0		<input type="checkbox"/>
5	LA CISAILLE EST BLOQUER AU NIVEAL	Errors	Variable_IHM_1	12	%DB3.DBX0.4	<aucune vari...	0		<input type="checkbox"/>
6	TOLE TENDUE PHOTOCELLULE 1 HOR	Errors	Variable_IHM_1	13	%DB3.DBX0.5	<aucune vari...	0		<input type="checkbox"/>
7	COMPTAGE DE PIECE ATTEINT ARRETD	Errors	Variable_IHM_1	14	%DB3.DBX0.6	<aucune vari...	0		<input type="checkbox"/>
8	LONGUEUR DE LA PIECE COUPER SUF	Errors	Variable_I...	15	%DB3.DBX0.7	<aucune v...	0		<input type="checkbox"/>

ANNEXE 2

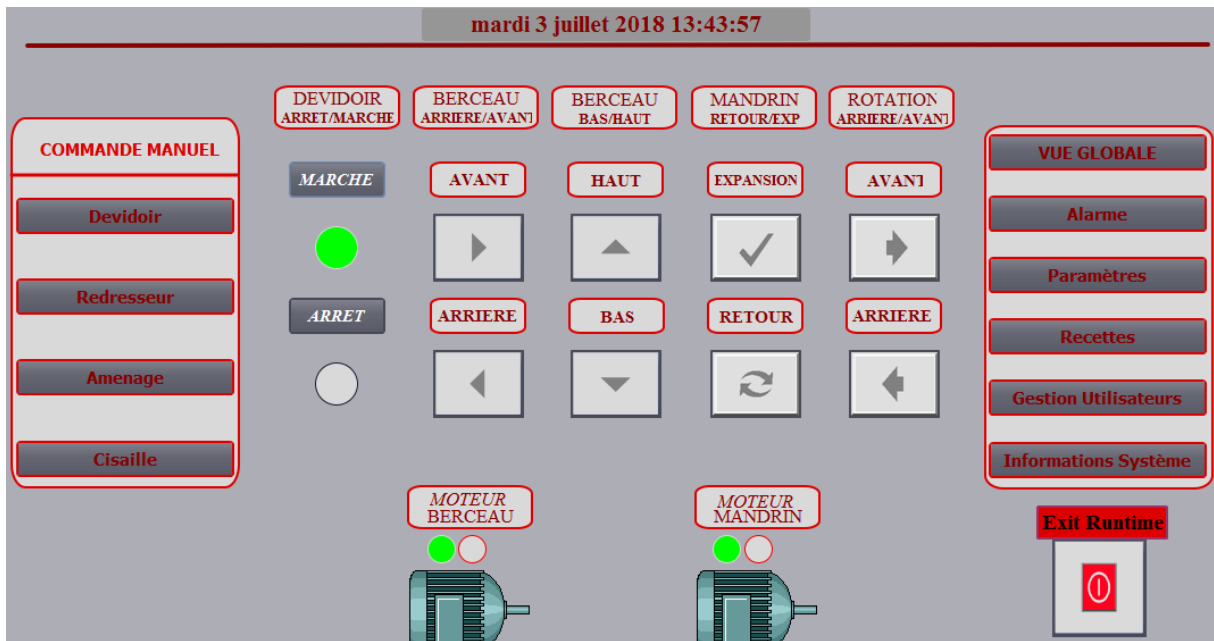
I. Vue d'accueil de l'écran de supervision



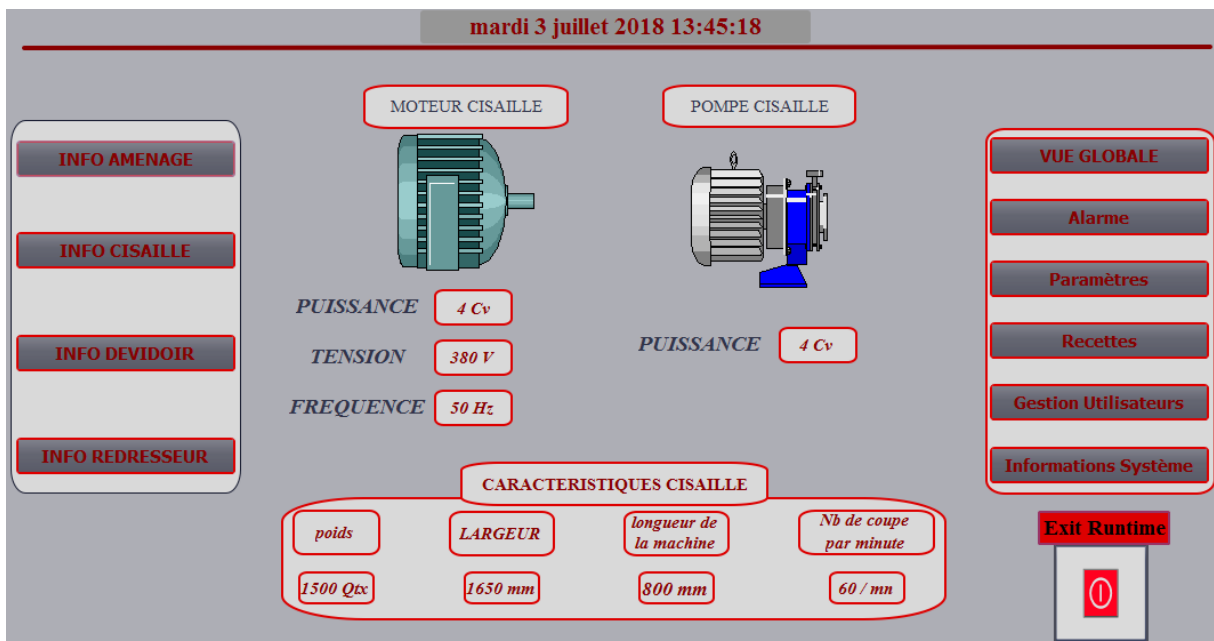
II. Vue Globale de la supervision du mode automatique avec les recettes introduite



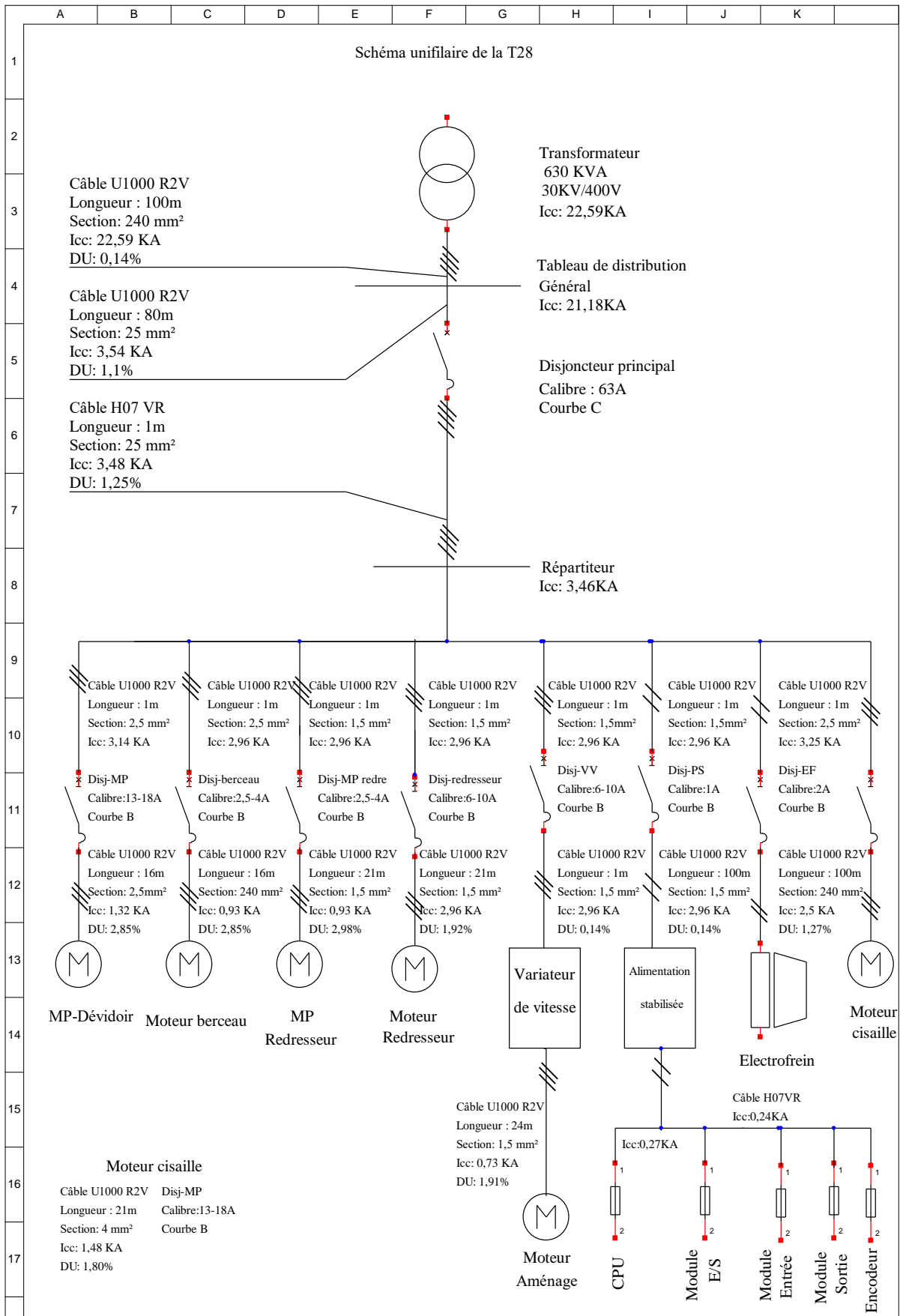
III. Exemple de supervision du mode manuel (Dévidoir)



IV. Exemple de vue d'informations sur le système



ANNEXE 3



Résumé

Dans ce présent mémoire, nous avons réalisé une approche théorique par rapport à la conception d'une armoire électrique de commande automatisée, en utilisant comme solution d'automatisation un API S7 300 et un système de supervision avec un PC-système. Cette étude est réalisée sur la cisaille mécanique à guillotine T28 de l'unité cuisson de l'ENIEM en suivant ces étapes :

- Modélisation du système par Grafcet.
- Programmation API et conception de la solution de supervision.
- Etude et conception de l'armoire électrique de commande.

Mots clés

Automatisation, TIA portal, Encodeur, supervision, Grafcet, Step7, Wincc, Armoire électrique, Dimensionnement